

60047

教科書文庫

6
420
45-1949
01304
49838

Kodak Gray Scale



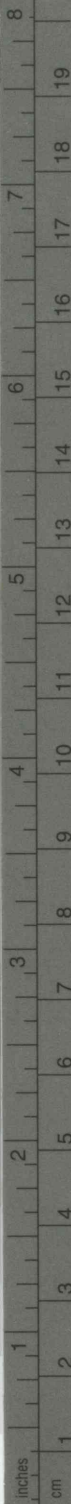
© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black



文部省検定済教科書

私たちの科学 13

# 星は日常生活に どんな関係があるか

中学校 第3学年用



931 類  
12 5

三省堂



中央図書館

広島大学図書

0130449838







オリオン星座をよこぎる火球

この図は3月中旬ごろ、日暮後の西南の空を仰いだありさまを描いたもので、左方のこずえにおおいぬ座の輝星シリウス、その上方にこいぬ座のプロキオン、中央にオリオンの三つ星、三つ星をはさんで上方に赤いベテルギウス、下方に白いリゲル、右方にはおうし座のアルデバラン等の星が見える。オリオン座をかすめて飛んでいるのは大流星（火球）である。

昭和24年10月10日 文部省検定済  
中学校 理科用

私たちの科学 13

# 星は日常生活に どんな関係があるか

中学校 第3学年用

三省堂編修所編  
代表者 亀井寅雄

三省堂出版株式会社



編修委員長 萩原雄祐

編修委員

浅 生 貞 夫	野 口 尙 一
藤 島 亥 治 郎	丘 英 通
畠 山 久 尙	大 越 諄
星 合 正 治	桜 井 芳 人
加 藤 元 一	白 井 俊 明
加 藤 茂 教	須 藤 俊 男
三 野 与 吉	田 村 剛
三 輪 知 雄	谷 村 功
新 野 弘	友 野 史 生

目 次

I

- 1 四季の星空 . . . . . 2
- 2 星の動き . . . . . 9
- 3 地球は動く . . . . . 12

II

- 4 太陽をめぐるもの . . . . . 17
- 5 引き合う力 . . . . . 23
- 6 日食と月食 . . . . . 25

III

- 7 空の秘密をさぐる——光を集めて . . . . . 28
- 8 空の秘密をさぐる——光を分けて . . . . . 35

IV

- 9 星雲のかなた . . . . . 38
- 10 星はどんなものか . . . . . 42
- 11 太陽 . . . . . 49

V

- 12 四季の移りかわり . . . . . 53
- 13 星と時計 . . . . . 56
- 14 地球を測る . . . . . 59
- 15 暦の知識 . . . . . 62
- むすび . . . . . 64
- 年表 . . . . . 66
- 索引 . . . . . 1~2



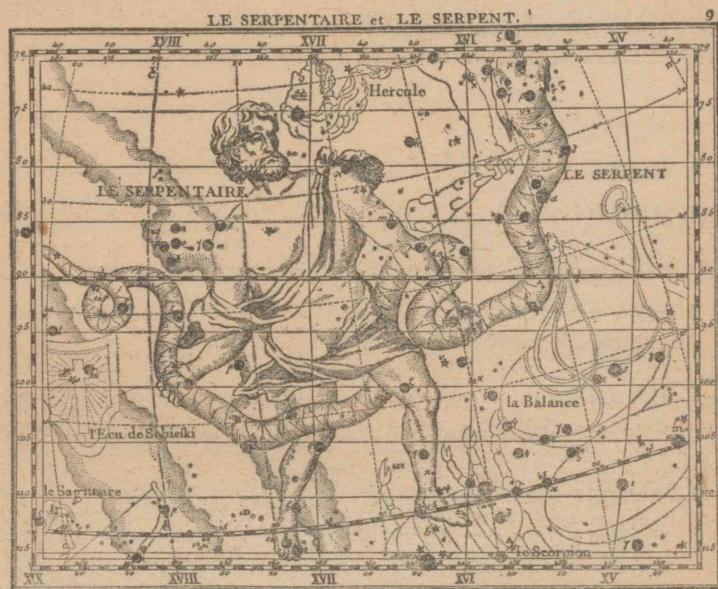


図1 星図(へびつかい座附近)

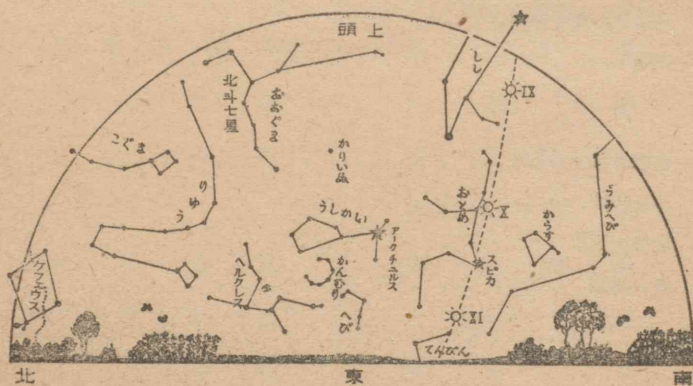


図2(a) 春の星空  
3月1日午後11時, 4月1日午後9時, 5月1日午後7時(標準時)

### 1 四季の星空

日は西に沈んだ。空はまだ明かるいが、あちらこちらに星が見えはじめる。やがて日がとっぷり暮れて、空一面は星で飾られる。ダイヤモンドのように明かるい星もあり、目をこらしてやっと見えるほど暗い星もある。気をつけて見ると、ある星は青白く、ある星は黄色く、またある星はルビーのように赤みを帯びている。大昔この星の美しさにうたれた人たちが、毎晩空をながめているうちに、星の並び方を神話や伝説に出てくる神人・動物・器物などに結びつけ、一むれの星にそれぞれの名をつけた。バビロン・エジプト・ギリシアなどに始まったこれら星座の名は、今も私たちに親しまれている。はじめは目立つ星のむれにだけ名がつけられていたが、ちょうど日本中を都道府県に分け

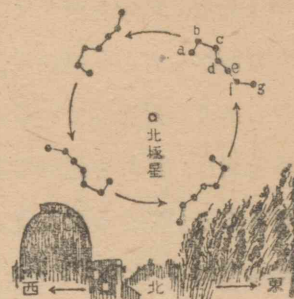


図3 北斗七星

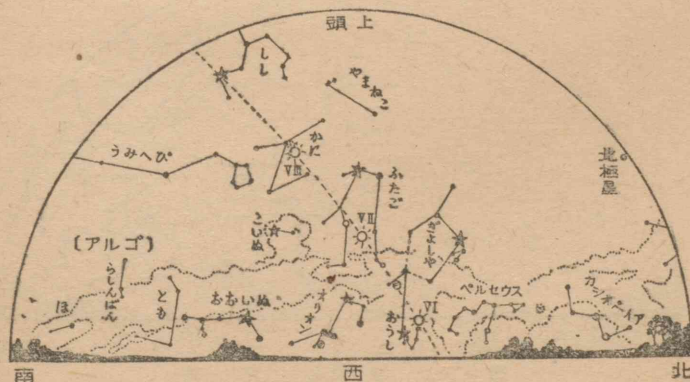


図2(b) 春の星空



ているように、今では全天を88の星座に分けて、どの星もきつとどれかの星座にはいるようになっている。土地に地図があるように、空の星には星図がある。四季の星図をたよりに、星に親しみ、星座の美しさを味わおうではないか。

春の夕方なら東北に、夏なら頭上や北に、秋なら西北に、同じような明るさの7個の星が大きなひしゃくの形をしている。この

北斗七星は、図3と比べてすぐ見つけることができるだろう。また、その先にあたるaとbの二つの星を結んで約5倍のばすと、そこにa,b星と同じぐらいの星が光って

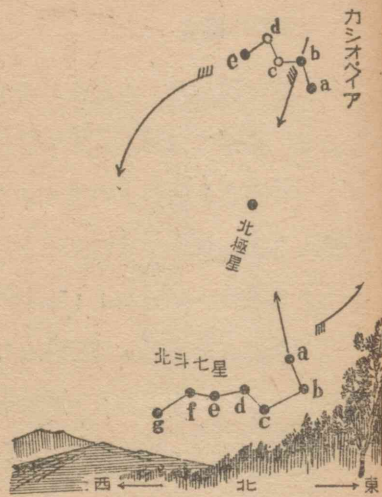


図4 カシオペイアで北極星を見つめる。

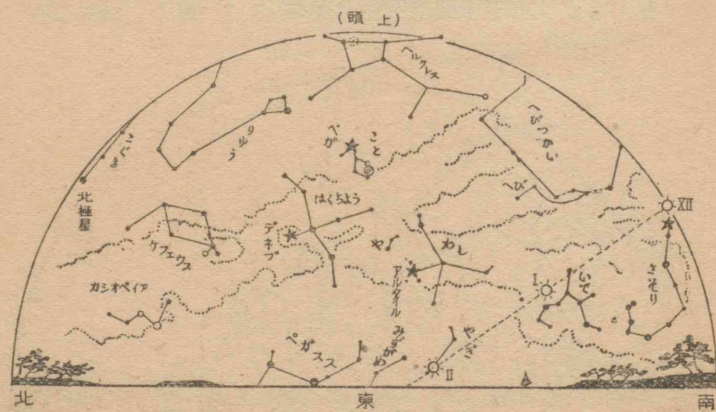


図5(a) 夏の星空  
6月1日午後11時、7月1日午後9時、8月1日午後7時(標準時)

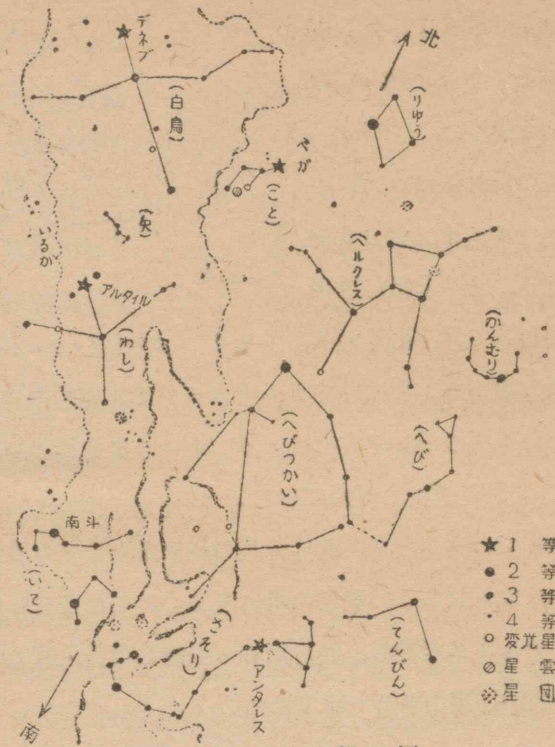


図6 夏の銀河

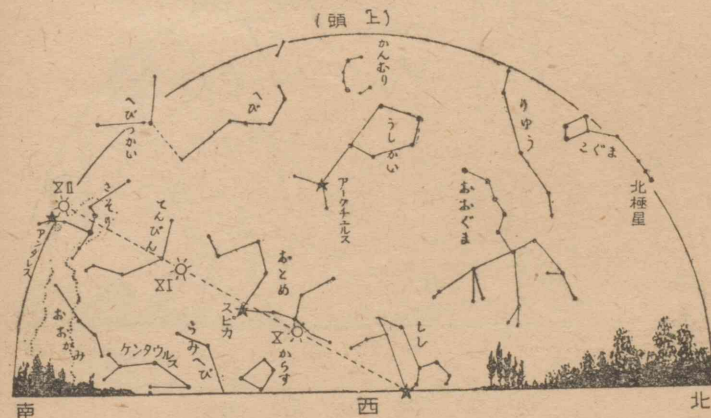


図5(b) 夏の星空



いる。これが北極星で、ほとん  
ど真北にあることは、知ってい  
る人も多いと思う。

北斗七星の反対側には W の  
形をしたカシオペア座の5個  
の星が見える。北斗七星が地平  
近くに横たわって見えにくい冬

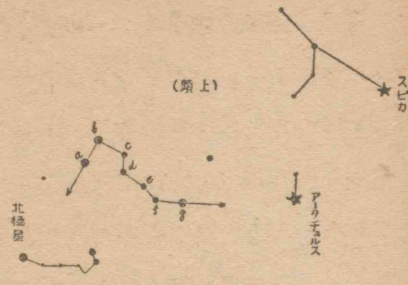


図7 北斗七星とアークチュルス

の夜などは、図4のようにしてカシオペアで北極星を見つけること  
ができる。わが国のある地方では、カシオペアを船のいかりの形に  
なぞらえて「いかり星」と呼んでいる。

春から秋までの夕方なら、北斗七星の柄にあたる f, g 2星を結んで  
5倍ほどのばすと明かるい黄色の星にとまつく。これはろしかい(牛飼)  
座のアークチュルスである。さらにもっと南に青白く輝く明かるい星  
は、おとめ(乙女)座のスピーカである。

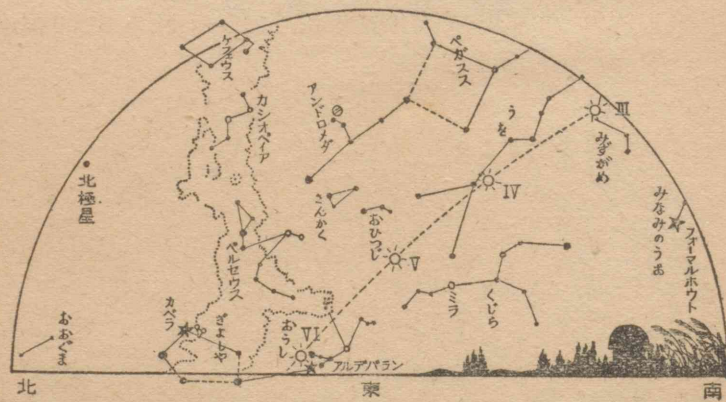


図8(a) 秋の星空

9月10日午後11時, 10月1日午後9時, 11月1日午後7時(標準時)

夏の夕方南の空をルビーのような赤い色で飾るのはさそり座のアン  
タレスである。アンタレスはさそりの心臓である。みなさんはそれか  
ら左下の方にS字形の美しい尾をたどることができるだろう。さそり  
座から、天の川を北にのぼると、北斗七星に似たいて(射手)座の南斗  
がある。天の川はこのあたりであふれたように輝いている。私たちが  
属している銀河系宇宙の中心がこの方向にあることはあとで学ぶであ  
ろう。

また頭上近くにはベガとアルタイルが天の川をはさんで向き合っ  
ている。中国ではこの二つの星を織女とけんぎゅう(牽牛)と呼び、たな  
ばた(七夕)の伝説で名高い。さらにその北には白鳥座のデネブが見  
え、北の方カシオペアに続いている。

夏の星座が西に傾く秋の夕方には、東からアンドロメダやおろし(牡  
牛)など秋をいろどる星座がのぼってくる。おろし座のやゝ赤味を帯  
びたアルデバランは、近くの星といっしょに横倒しになったV字形を  
つくっている。わが国のある地方では、この一むれを「つりがね星」

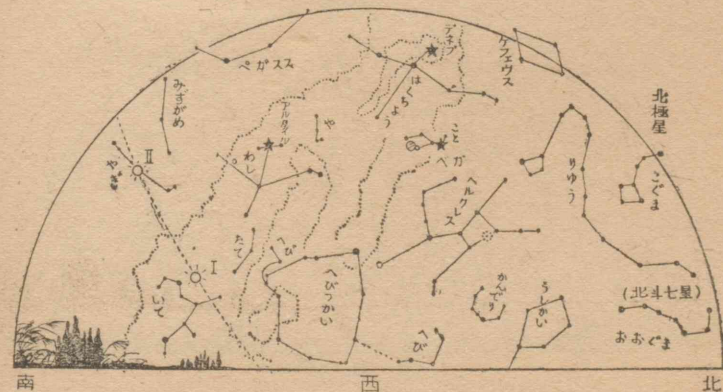


図8(b) 秋の星空



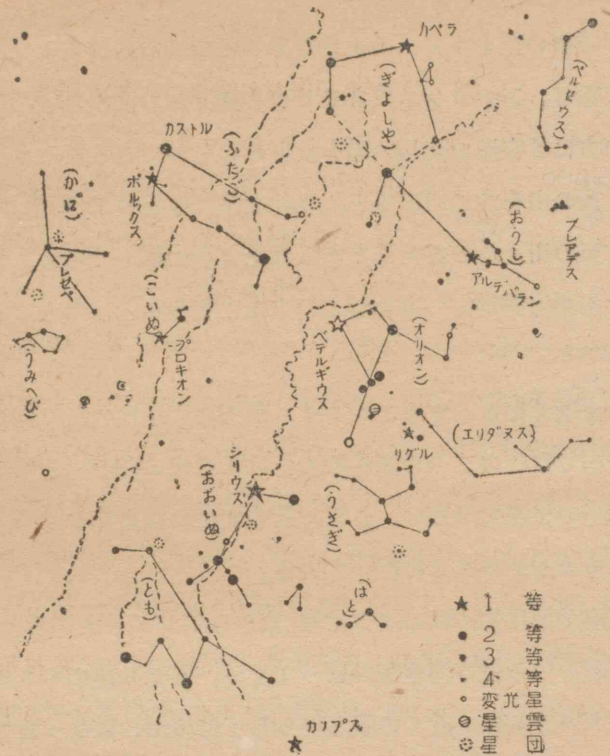


図9 冬の銀河

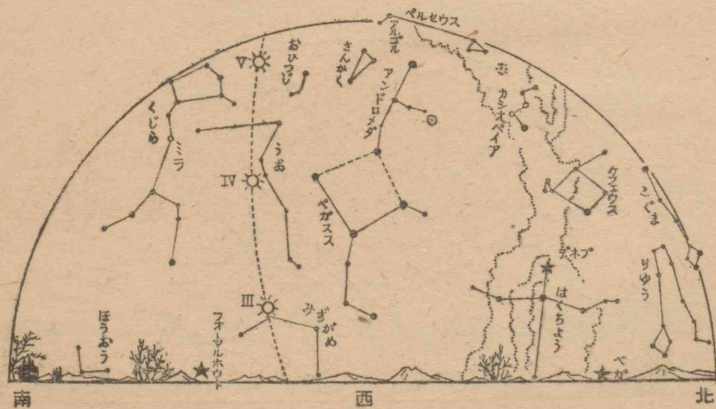


図10(a) 冬の星空  
12月1日午後11時, 1月1日午後9時, 2月1日午後7時(標準時)

と言っている。

そのすこし上には、小さな星がほたるのように群れ集まっているが、これは清少納言の「枕草紙」に「星はすばる」としてされたすばる星(プレアデス)である。アルデバランの天の川をへだてた北側には、ぎょしゃ(馭者)座のカペラが見える。秋の南の空にはみなみのうお(南魚)座のフォーマルホウトだけが明かるい。

冬——地上はこがらしが吹きすさんで、見わたすかぎりさびしい景色であるが、夜空の星座は一年のうちでいちばんにぎやかだ。東からは私たちに親しみ深いオリオンの三つ星が、左には赤いベテルギウス、右には白いリゲルをともなつてのぼってくる。三つ星を下へ下へとのはしたところに、全天の星の色もあせるかと思うほど輝く星は、大犬座のシリウスである。シリウスの左の方には小犬座のプロキオンが光を競い、その北に、2個同じように並んで光っているのはふたご(双子)座のポルクス(南側)とカストル(北側)で、その名のようにふた

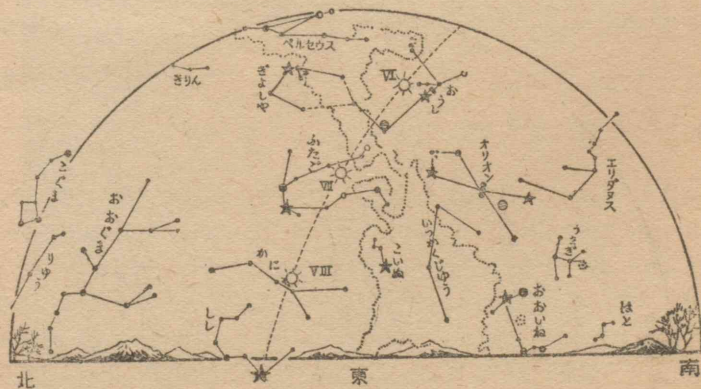


図10(b) 冬の星空



ごらしい。これらが南の中天にかゝるころには、春の星座の前ぶれとして、東の空にかまのような形の一むれの星が姿を現わす。柄のところの明かるい星はレグルスである。

今までに私たちが見つけた星はどれも明かるい星ばかりで、見つけやすいものばかりである。これらの星をたよりに星図と比べて、ほかのもっと小さい星をさがしてみよう。図に実線で結んだ星は一つの星座に属するから、その形を覚えると、いつでも星を見つけることができる。そしてそれらの星座につながる神話・伝説は、時間をこえて私たちを遠い昔の人々に結びつけるであろう。

研究 星についての神話・伝説や、各地方での星座の特別な呼び方を書物で調べたり、老人に聞いたりして、互に発表しあいなさい。

## 2 星の動き

星座を覚えているうちに、東からはだんだん新しい星がのぼり、見えていた星座が西に沈むことに気がついた。しかし、いつまでたっても北極星はじっとしている。北斗七星を見ていると、時間がたつにつれて北極星のまわりをだんだんまわっていくことがわかった。北極星ははたして動かないのだろうか。

研究 1 長い竹筒の節をぬいたもの、あるいは何か細い管で北極星を見よう。そのまゝ動かないように筒を固定しておいて、1時間たったら見てみよう。さらに1時間たったらまた見よう。北極星も少しずつ確かに動いていることがわかるであろう。

研究 2 もっと細かく調べるには月のない晴れた晩に、カメラをだいたいの北極星の方向に向けて固定し、シャッターを開いたまゝできるだけ長く露出する。数時間露出したのも現像すると図 11 のような写真が得られ、北極星の近くの一点を中心に、星が全部まわって動いたことがわかる。露出の始めと終りには時刻を忘れずに書きとめておくこと。

北極星があるからそこが天の中心になっているのではなくて、北極星も、また他のどの星も、天の一点を中心にして東から西へ休みなくまわっていることがわかった。また、続けて見ていると、毎晩同じ星座が同じ所に見えている。それで空全体が1日1回まわっていることがわかる。

半月たって空を見た。何気なく東の空を見ると、半月前と同じ時刻なのに星が高くのぼっているのに気がついた。よく調べてみると、大体半月前よりも1時間早く星がのぼってくるのがわかる。すると、この星ののぼる時刻の早まり方は、積もって1年間にはちょうど1日になるはずである。私たちが同じ夕方でも、夏と冬、春と秋で全く違っ

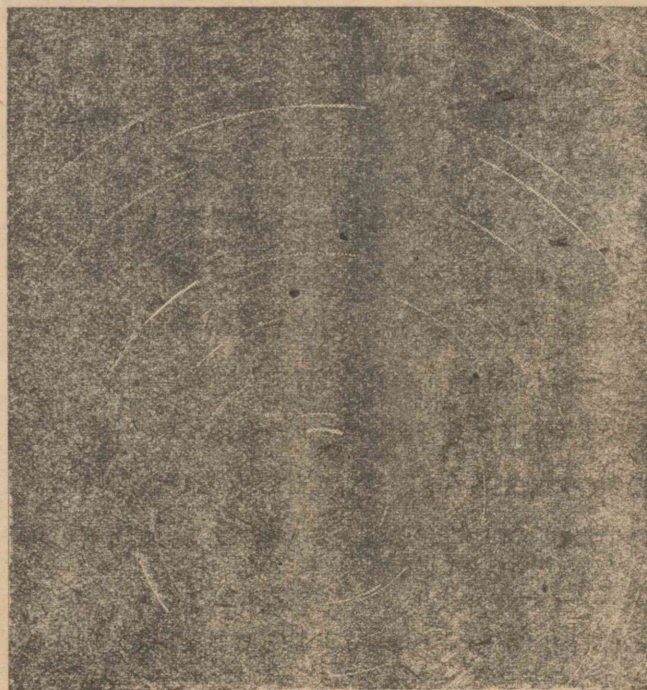


図 11 北極星附近の星。北極を中心回転している。



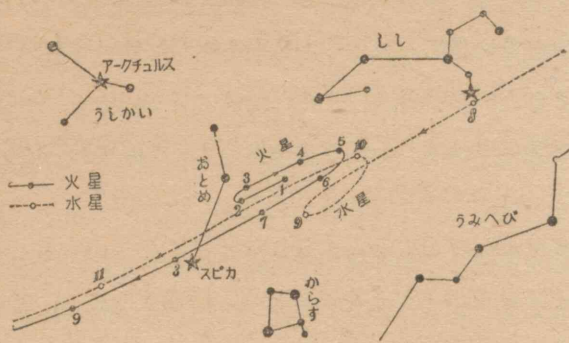


図 12 惑星の動き  
 (火星：昭和25年1月～9月)  
 (水星：同 年8月～11月)

た星座を見るわけがわかった。夏に秋の星座を見るためには夜中まで待たねばならない。冬の星座を見ようと思って待っていると、三つ星が東からのぼるころ夜が明けてしまう。太陽が冬の夕方見える星座の中にいるからである。同じように冬に夏の星座を見ようとする、さそり座のアンタレスが見えるころには夜が明ける。よく注意すれば、夕方西に見える星に太陽が次第に近づき、星の光は太陽の輝きにのまれていくこと、太陽はわずかずつ西から東へ星座の中を動いていること、そして一年に星座を一めぐりすることがわかるであろう。

星座めぐりをして星を覚えるうちに、星図にない明かるい星のあることに気がついたであろう。そしてそれらが惑星わくせいと呼ばれる星であることはすでに知っていると思う。これらの惑星の動きを星座の中でたどって見よう。

図 12 は昭和 25 年 1 月から 9 月までの火星と、8 月から 11 月までの水星の動きを「理科年表」によって書いたものである。惑星は

あるいは速く、あるいはおそく、一方へ進み、立ちどまり、引き返し、また出なおして進んでいく、まことに惑星とはよく言ったものである。肉眼に見える惑星は水星・金星・火星・木星・土星の五つで、これら 5 個の星は太陽・月とともに、人生を支配すると昔は考えられていた。1 週間の曜日の名はこの 7 個の天体から取られている。

星空が 1 日に 1 回転すること、太陽が 1 年に天を 1 周すること、惑星がふしぎな道すじを通ることをはっきりと説明するのは、昔の天文学者をなやました大問題であった。

研究 1 月の位置をしばらく続けて毎日星図に書きこんでみよ。

研究 2 今ごろ空に見える惑星には何と何があるか、雑誌や「理科年表」などで調べ、また見えている所を星図に書きこんでみよ。

### 3 地球は動く

私たちは地球が丸くて、自分自身で自転していること、地球が他の惑星といっしょに太陽のまわりを公転していることはよく知っている。けれども私たちの遠い祖先は、そうは考えていなかった。そして星空や、太陽や、惑星の動きをどうして説明してよいのか、長い間こまっていたのであった。どのような道をたどって今のような正しい考え方に導かれてきたかをふり返ってみるのは学問の発展を調べるうえにたいせつなことであると思う。

ずっとむかしの人々は、盆のように平らな土地のまわりに天があっ

\* 毎月の惑星の位置は「天文月報」(日本天文学会発行)の天象欄で知ることができ。それには惑星の位置が星座の名で書いてあるから、星座を覚えたみなさんには、たやすく見つけることができるであろう。



て、昼は太陽が天の壁を動き、夜は星が輝くのだと考えていた。しかしいろいろの理由から地球が丸いとわかってからも、地球が宇宙の中心で星は大きな丸天井にはりついたら、1日1回の割でまわると考えた。また太陽・月・惑星もすべてこの丸天井の内側の道をすべりながら、私たちの地球のまわりをまわるのだと思っていた(図14)。地球のまわりを、他のすべての天体がまわるということは、地球に住んでいる人間にとって、何となく誇らしいことであつたので、たいていの人はこの考えに満足していた。

文芸復興期以後になると、商業活動が盛んになり、交通が発達して来て、ついにはマゼランが世界を一周して、地球がほんとうに丸いものだということが、地球の大きさをはっきりさせた。また学問の発達にともなう技術の進歩のため天体観測もくわしくなり、惑星の位置を予報することも今までの考え方では合わなくなって来た。また天が1

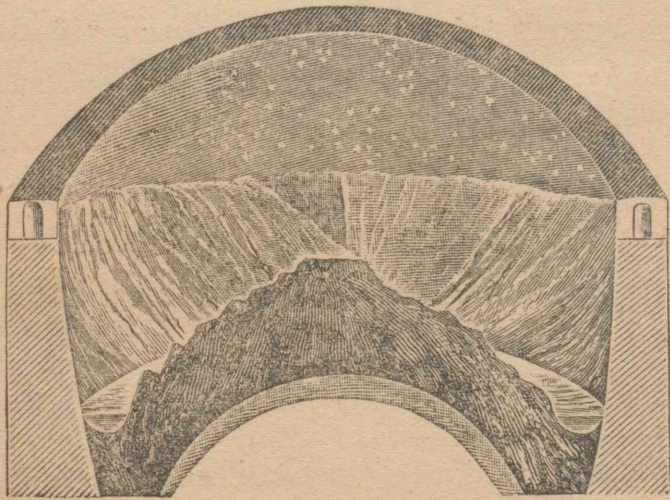


図13 古代人の考えた宇宙の一例

日に1回転するためには、地球が相当に大きいのであるから、天体がとほうもない犬速度で走らねばならない。これは非常に考えるににくいことである。

このようないろいろな不都合は、地球が動かないと

きめてしまったからであつた。もし地球が1日に1回の割で自転するとしたらどうであろうか。またこの自転のほかに地球が他の惑星とともに太陽のまわりを公転するとしたらどうであろうか。地が動かないで天が動くと考えた時のすべての不都合はきわめて簡単に説明できるのではないか。この重大な点に気がついて、はっきりこの考えを押し進めたのはコペルニクス (Nicholaus

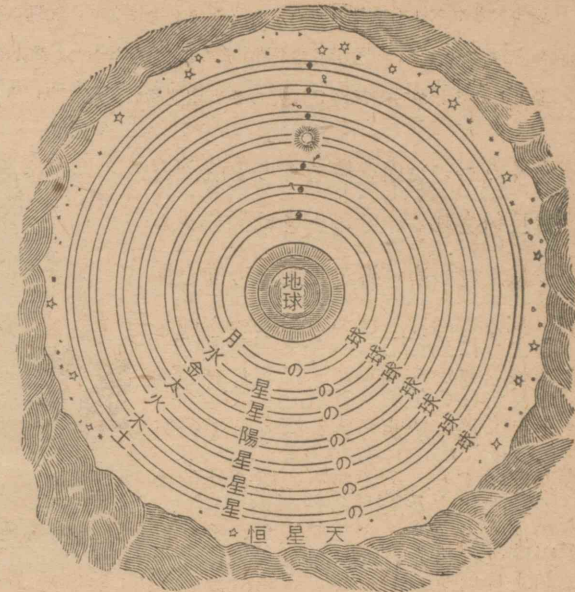


図14 天体はすべて地球を中心としてまわると考えられていた。



図15 ニコラウス=コペルニクス



Copernicus, 1473—1543) であった。

この太陽中心説はすでにギリシアのある人々によって考えられていたのであったが、中世紀にこの考えがとどえていたのをコペルニクスはきわめてはっきりと主張したのであった。

地球が公転しているとすれば、惑星の行きつもどりつするふしぎな運動は、公転する諸惑星を、同じように公転しつつある地球からの見かけの位置の変化として容易に説明でき、これがもとになって地動説による惑星の位置の予報は正確になった。

コペルニクスの地動説をもとにして、ケプラー(Johannes Kepler, 1571—1630) は当時までに集めていた惑星のくわしい観測を整理して、惑星の太陽のまわりの軌道が円形でなくて、だえん(楕円)形であることなど、その他重要なケプラーの運動法則を発見したのである。

さらに天体の観測から地動説の正しいことを知って、熱心にこれをととえたのは、ケプラーと同時



図 16 ヨハネス=ケプラー



図 17 ガリレオ=ガリレイ

代のガリレイ(Galileo Galilei, 1564—1642)であった。彼は自分の作った望遠鏡で、木星のまわりをまわる4個の月(衛星)を発見した。当時地動説に反対する人々は、地球が動けばそのまわりをまわる月が取り残されてどこかへ行ってしまはずだと言っていたが、実際に動いている木星のまわりを4個もの月が取り残されずにまわっているではないか。彼はこのような事実から、地球のまわりを恒星をちりばめた巨大な丸天井が24時間に1回転するというような考え方がいかに不合理であり、太陽中心の宇宙観がいかに合理的であるかを説いたのであった。そしてケプラーの法則とガリレイの運動の研究はやがてニュートンの引力法則の発見にみちびいたのである。

精密な観測の蓄積と、科学・技術の発達にともなう望遠鏡という新しい器械の発明とがどれほど大きな結果をもたらしたか、そしてひいては人類の思想にいかほど大きな変化を与えたか、その一端がこれらの事からもうかゞえるであろう。しかもこの思想の大変化は、文芸復興を背景としたとらわれない自由な心を持った人々の胸

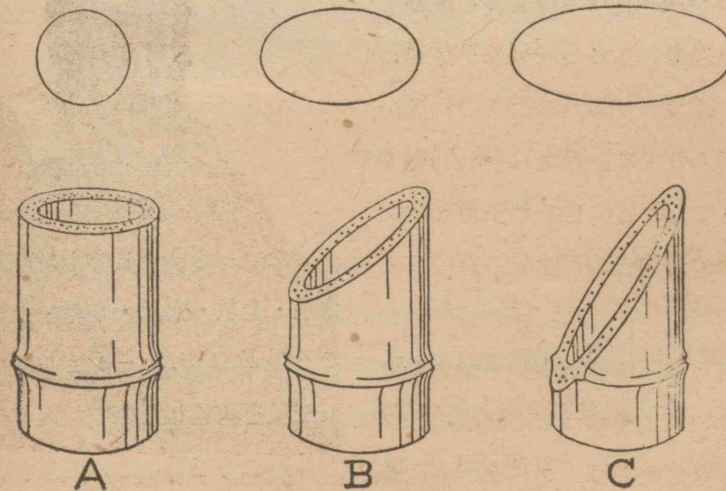


図 18 だえんのいろいろ



にかんだ事であり、新しい技術と、たゆみない科学者の苦心が、その完成のうちにひそんでいた事を忘れてはならないのである。

研究 1 だえんは円をつぶしたような形で、図 18 で A は円、B は円に近いだえん、C は B よりももっとつぶされただえんである。惑星の軌道はみな円に近い。ほうき星(彗星)の軌道は C

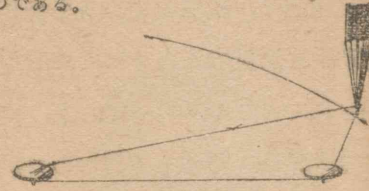


図 19 だえんの書き方

のように細長い。だえんを書くには図のように二つのびょうをとめて、それに輪にした糸をおし鉛筆をこの輪のなかをすべらせながら書けばよい。

研究 2 コペルニクス・ケプラー・ガリレイ・ニュートンの伝記と業績を書物によって調べ、互に発表しあいなさい。

## II

### 4 太陽をめぐるもの

こうして、私たちの住んでいる地球が宇宙の中心ではなく、太陽を中心とする太陽系の一員であることがわかってきたのである。この太陽系には、他にどのような家族がいるのだろうか。また太陽系はどんな大きさのものだろうか。

ケプラーやガリレイの時代にも、またずっとあとまでも、惑星は、地球のほかには、昔から知られた水星・金星・火星・木星・土星の 5 個きりであると思われていた。ところが 1781 年、ハーシェルが自分で作った望遠鏡で土星よりも外側の天王星を発見したので、人々はたいへん驚いた。その後天王星のもっと外側に海王星とめい王星(冥王星)が発見されて、太陽系の惑星の数は九つになった。

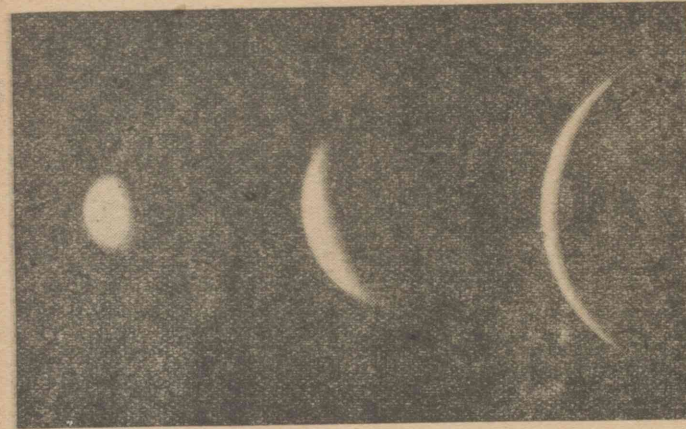


図 20 金星(月のように満ち欠けする)

また 1801 年に、火星と木星の間の軌道をもって、太陽のまわりをまわる小さい星が発見された。この星は小さいがやはり惑星の一つだから小惑星という。その後多くの人々が同じような小惑星をたくさん発見して、今では 1,500 個以上も知られている。

ガリレイははじめて自分で作った望遠鏡で木星の衛星を 4 個も発見したが、今は 11 個の衛星が見ついている。その他、火星・土星・天王星・海王星にも衛星が見ついているが、水星と金星にはない。

悪い知らせだと昔の人々を驚かせたほうき星も、ニュートンが引力の法則を発見してから太陽系の家族であることがわかった。たとえばハレー彗星の軌道は、遠く海王星の距離にまで及ぶ細長いだえんで、もとにもどるまでに約 76 年かゝる。

さてこれらの天体までの距離、あるいは天体の大きさはどのようにして測ったのであろうか。もちろん直接ものさしを当てて測ることはできない。地上の測量に使われる三角測量を用いるのである。

わかった距離の両端の A, B 2 点から目的物 C を見て、その方向を測ると、三角形 ABC の底辺と両底角がわかるから、この三角形から



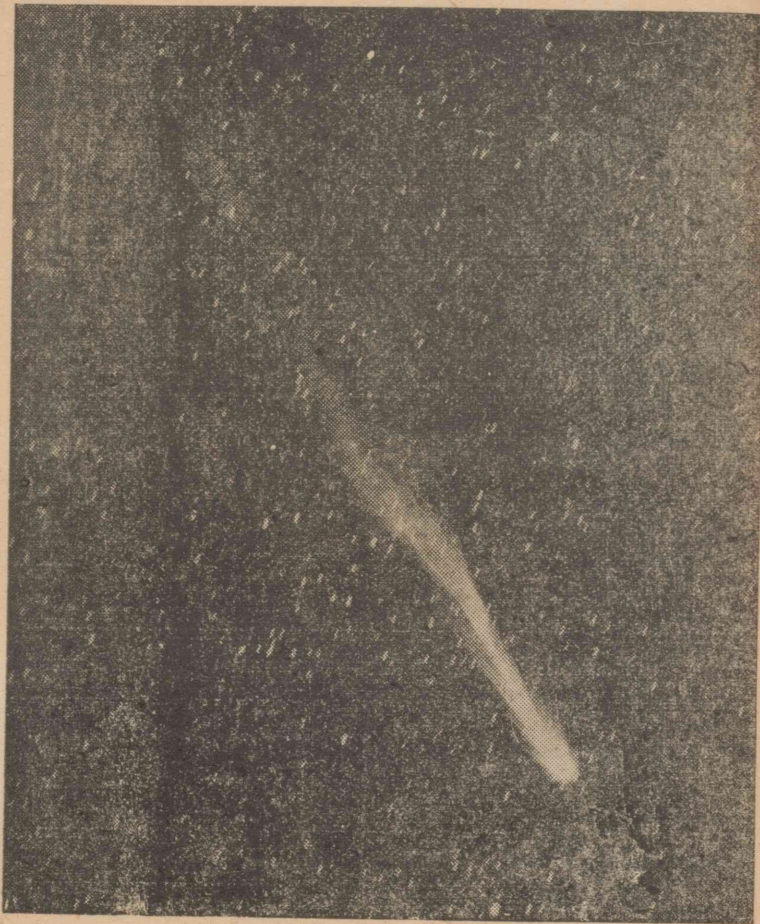


図 21 ほ う き 星

C までの距離 AC, BC を知ることができる。天体までの距離も同じ  
 ようで、たとえば月までの距離は、地球の北と南の天文台から月の見  
 える方向を測って求めるのである。月の軌道はだえんだから月と地球  
 の距離は変わるが、その最大最小の平均は、地球の赤道半径（長い方  
 の半径）の 60.2665 倍すなわち 384,403 km であることがこのよう

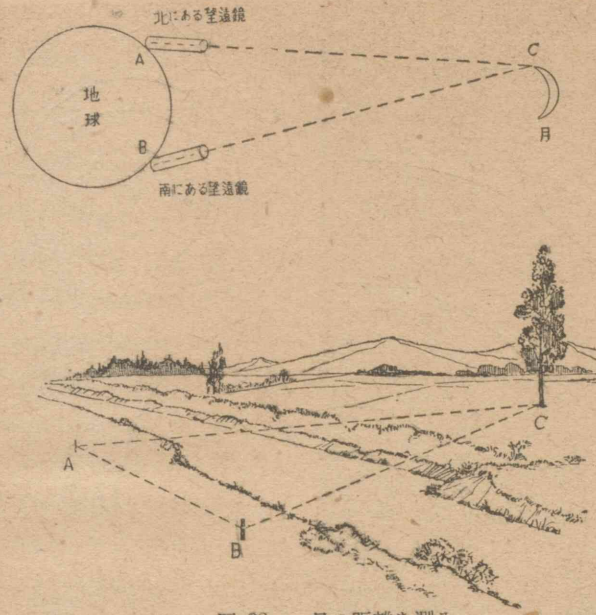


図 22 月の距離を測る

な方法でわかった。

太陽の距離を同じような方法で求めようとする、距離が遠いため  
 に頂角が非常に小さくなっ

て測るのがむずかしい。そ  
 れで間接的な方法で測られ  
 ている。地球と太陽の平均  
 距離がわかれば太陽系の大  
 きさがわかってくる。この  
 基本になる太陽・地球間の  
 距離は今でも学者が苦心し  
 て機会があるごとに測って  
 いて、今のところこの距離

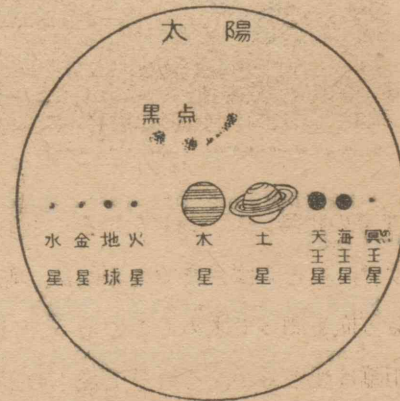


図 23

惑星の大きさと太陽の大きさとの比較



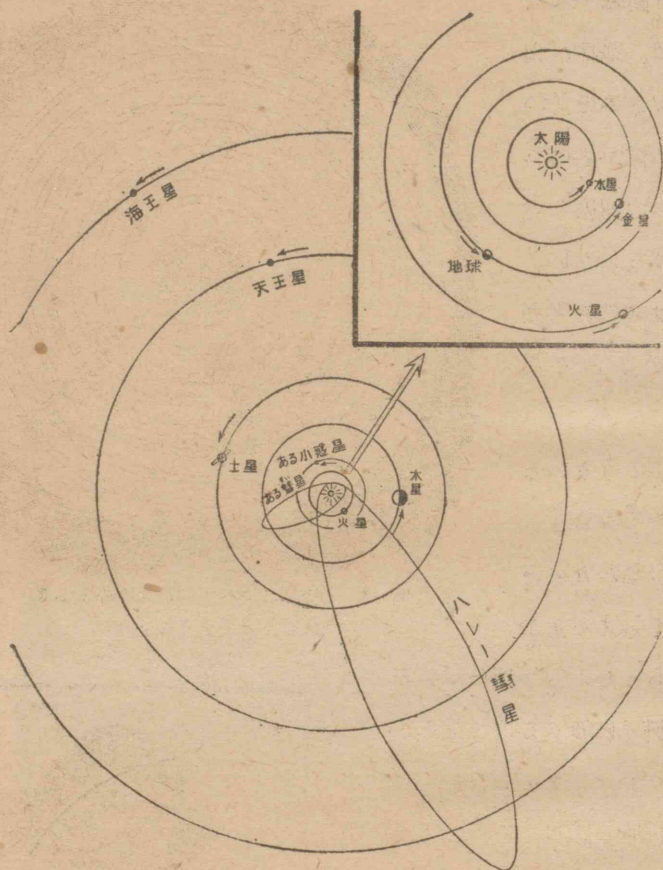


図24 太陽系

(この図は軌道の大きさを示したもので、惑星の大きさは実際よりずっと大きく書いてある)。

は  $1.495 \times 10^8$  km とされている。太陽までの距離がわかればその見かけの大きさから太陽の実際の半径が求められる。月や惑星の半径も同じように求めることができた。図23は太陽と惑星その他の実際の大きさを比較したもので、太陽の半径は月の軌道半径の1.5倍以上もある。

り、地球の赤道半径の約109倍にあたる。次の表は太陽系の大きさや公転周期、衛星の数などを示したものである。

望遠鏡で惑星を見ると、表面に模様が見え、時間が立つとともにまわるので、地球以外の惑星も自転していることがわかる。さらに分光器で調べて、これらの惑星の大気の様子を研究している。太陽系の中での珍しいものは土星の輪であるが、これは一つのかたまりではなく、無数の小さい衛星の集まったもので、それぞれがやはりケプラーの法則にしたがってまわっていることが研究の結果わかった。

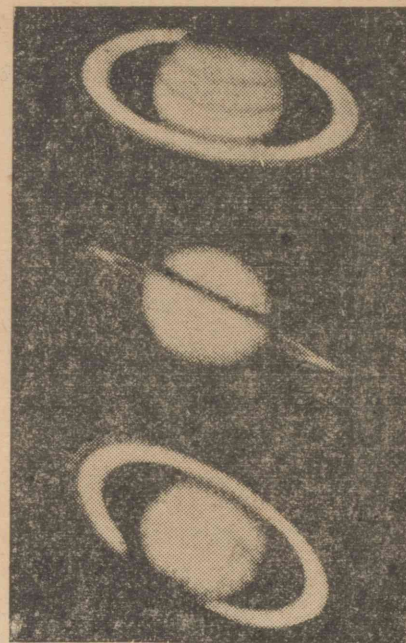


図25 土星  
(地球との位置の関係で輪の傾きがいろいろに変わる)

天体	赤道半径 (万 km)	質量 (地球=1)	平均密度 (水=1)	軌道平均半径 (地球=1)	公転周期 (年)	衛星数
太陽	69.56	$3.33 \times 10^5$	1.41	—	—	—
水星	0.24	0.06	5.6	0.39	0.24	0
金星	0.61	0.82	5.2	0.72	0.62	0
地球	0.64	1.00	5.5	1.00	1.00	1
月	0.17	0.012	3.3	—	—	—
火星	0.34	0.11	3.9	1.52	1.88	2
小惑星	—	—	—	2.77	4.60	—
木星	7.14	318.3	1.3	5.20	11.9	11
土星	6.04	95.2	0.7	9.54	29.5	10
天王星	2.48	14.6	1.4	19.2	84.0	5
海王星	2.65	17.3	1.8	30.1	165.8	2
めい王星	—	—	—	39.5	248	—

(小惑星は平均の値を示した。)



問 太陽からめい王星までの距離(これはだいたい太陽系の大きさである)は何キロメートルになるか。もし1時間に800 km 進む航空機で飛ぶとしたら、どれだけかかることになるか、また地球・太陽間はどれだけかかるか。

研究 太陽の大きさを半径1m,あるいは10cmなどにきめて、そのとき、地球をはじめ惑星の大きさや太陽からの距離が、どうなっているかを調べてみよう。太陽系のありさまを実際に感じよう。

## 5 引き合う力

さて、惑星はこのように太陽のまわりをまわっているが、どうしてその軌道からはずれないのであろうか。たとえば地球はこの軌道の上を1秒間に約30 km というすばらしい速さで走っているのに、どうして太陽から飛び去らないのであろうか。

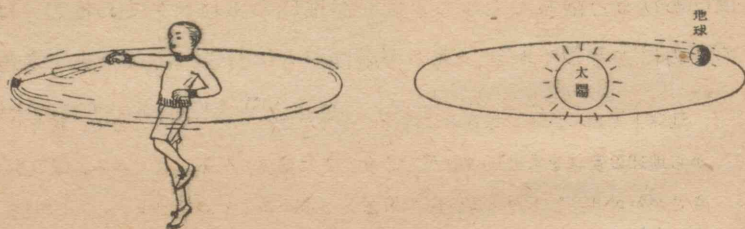


図 26 地球と太陽を結ぶ力

私たちがゴムのひもの先におもりを結んでふりまわすと、ちょうどゴムののびきった所でおもりがぐるぐるとまわる。もし手をはなすとおもりはひもをつけたまゝ飛び去ってしまう。このように地球が太陽のまわりをまわりながら飛び去らないのは、地球が何かの力で太陽にひっぱられているからであらう。また引っぱられても太陽に落ちこまないのは、地球がすばらしい速さで走っているためである。

このように、地球をはじめすべての惑星が太陽からの力を受けてい

ることを考えたのは、ニュートン(Isaac Newton, 1642—1727) であった。この力、すなわち引力はどの物にもあって、いつもお互に引き合っているのである。<sup>\*</sup>ニュートンは、惑星の軌道が円ばかりでなくだえんであってもよいこと、その他私たちがケプラーの法則として学んだ惑星の動きのきまりが、すっかり引力の法則からみちびかれることを見つけたのである。引力の法則



図 27 アイザック＝ニュートン

はたゞ惑星の運動だけを説明するばかりでなく、地球上での物体の運動を説明することもできる。ボールを投げあげると落ちてくること、月が地球のまわりをまわることは地球の引力によるのであり、潮の干満はおもに月の引力のためである。

地球上で物に重さのあるのは地球の引力がはたらいているためで、私たちはそれから地球の質量を求めることができる。また地球の公転の速さから太陽の引力の大きさがわかり、したがって太陽の質量をも求めることができる。

天王星が発見されてからその軌道をたどってみると、少しずつ狂いのあることがわかった。天王星のさらに外側にまだ知られていない惑星があって、天王星に引力をおよぼしているためではないかと考えて、その狂いから、逆に知られていない天体の位置や大きさを二人の学者が別々に計算して予言したところが、実にみごとに予報された所にその大きさの天体が見つかった(1846年)。これが海王星である。

同じような考えから、海王星のさらに外側にめい王星がアメリカで発見された(1930年)。

\* 引力の法則とは、その力が距離の2乗に逆比例し、二つの物体の質量の積に比例することをいう。



これら天体の発見は太陽の引力が天王星の外にまで及んでいること、惑星と惑星の間にも同じ法則にしたがう引力があることを証拠だてるものである。またはるか遠くの恒星の世界にも、宇宙のあらゆるところに同じ引力がはたらいていることがわかってきた。ふしぎと見られた天体の運行は、みんな引力のはたらきで、すべての天体は引力のもとに一糸みだれず運動しているのである。

観測がだんだん進んでくると、惑星の動きに非常にわずかだが、わからない狂いが出て来た。それで新しい説明が必要になったが、これはアインシュタインの相対性原理をあてはめて解決された。

## 6 日食と月食

コロンブスはアジアへの近道を発見しようとして島影もない大洋を西へ西へと航海した。およそ 70 日の後ようやく西印度諸島のある島にたどりついたが、その島の民はコロンブスの一行に食物を与えることをこぼんだ。さいわいコロンブスは暦によって月食の起ることを知っていたので、島民に今夜神の怒りに会うから注意して月を見よと言った。その夜はたして月食が起って、満月は赤銅色に変わってしまった。島民は驚いてそれ以後コロンブスたちに食物を出すようになったという。

未開の人々にとって月食や日食は驚きと恐れそのものであった。私たちは月食や日食の起ることをずっと前から知っている。もはや驚きや恐れなどを感じることはなく、日食や月食を利用して色々の学問的な研究を進めている。

太陽に照らされて地球の影ができる。その影の中に月がはいれば月

食が起る(図 28 (a))。

月食のとき月がまっ暗でないのは地球の空気が太陽の光を散らし、その散らされた光が影に入りこむためである。

地球と太陽の間に月がはいれば日食が起る。そのありさまは図 28 (b) のようである。影の幅がせまいから皆既食が見えるのは限られた土地だけである。

ケプラーの法則で学んだように、地球が太陽をまわる軌道も月が地球をまわる軌道も円ではなくて共にだえんである。だから地球と太陽の距離も地球と月の距離も時によって少し違う。それで地球から見たとき月の方が太陽より大きければいま述べたような皆既食が起るが、もし太陽の方が月より大きく見えるときに日食が起れば太陽が月のまわりに残って金環食となる。

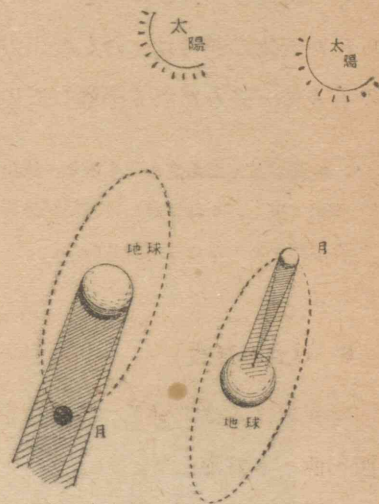


図 28 (a) 月食の起るわけ

図 28 (b) 日食の起るわけ

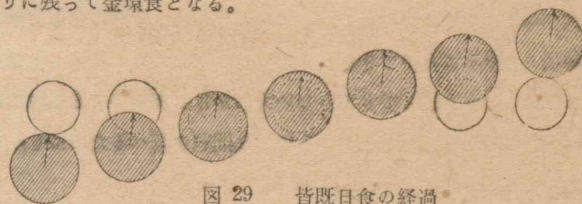


図 29 皆既日食の経過

日食や月食が昔いつ起ったか、あるいは将来いつ起るかということは計算によってわかっている。日食を 1 秒も違わないくらい予報できるのはまことに驚くべきことである。それは長い間かゝって月や太陽の運動を注意深く見守って来た世界中の学者の協力のたまものである。





図 30 月の表面にはこのような山が見える。  
(ウィルソン山天文台撮影)

皆既日食の時には太陽のコロナの美しい姿が見られ、普通のときにかくされている太陽の神秘をさぐることができる。また日食は急に太陽の光がさえぎられるのだから、私たちがしようと思ってもできない大じかけな実験ができるのである。だから電波・地磁気 気象など、地球上のいろいろな問題を調べるためにも、日食はたいせつな機会である。

日食や月食が起るのは月のためである。月は人々の心にやさしい気持を起させる。また昔の人たちにとってたいせつな暦の役目をつとめてきたのであり、潮の満ち干は主として月の引力のために起る。

このように深い関係があり、また私たちにいちばん近い天体である

月の世界とはどんなところであろうか。望遠鏡で見ると、月の表面には多くのでこぼこが見え、特に噴火口のように見える大きな丸い穴がある。そのあるものは直径が 200 km もあって、地球上のどの噴火口よりもはるかに大きく、そのできた原因はまだよくわかっていない。月には空気がほとんどなく、また温度は太陽のあたるところはとても暑いですが、日かげはこれと反対に極端に寒い。おそらく月は生物のいない、荒れはてた世界であろう。

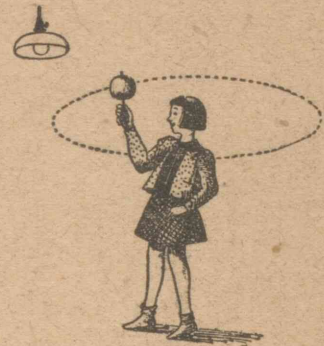


図 31 月の満ち欠けを調べる。

月が地球のまわりをまわるにつれて、太陽・地球・月のお互いの位置の違いで三日月に見えたり、満月に見えたりすることは、私たちが簡単な実験でためしてみる事ができる。

研究 1 もし私たちが月世界に旅行できるとしたらどんなありさまだろうか。科学的に想像してみよ。

研究 2 潮の満ち干の時刻と月の出入の関係を調べてみよ。

### III

#### 7 空の秘密をさぐる——光を集めて

星といえはすぐ望遠鏡を思いうかべるように、望遠鏡は空を調べるためになくてならない器械である。天文学の発達をふりかえてみると、望遠鏡が人々の考え方を変えるのに、いかに有力であったかがわかるであろう。空の秘密は今も日々望



遠くでさぐられているのである。空ばかりではなく、物理の研究にもレンズのはたらきが重要である。医学や生物学、その他広い部門には顕微鏡がなくてはならない。私たちはこれからレンズのはたらきと望遠鏡の仕組みを学ぼう。

よくみがいた面を持つものを置くと光は反射される。そのときは図 32 のように、はじめに進んで来た方向と反射される方向は、この面の垂線と同じ角を作っている。ところがもし光の通りにならぬ透明な物を置くと進行方向が屈折する。その屈折の度合はその

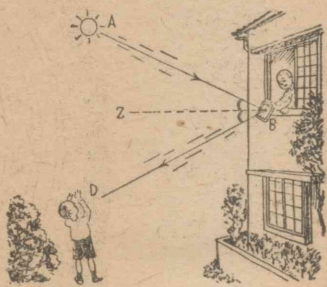


図 32 光の反射

光のあたる角度によって違う。またたとえあたる角度(たとえば図 33 の角  $ABZ$ )を一定にしても屈折後の角度(図の角  $Z'BC$ )は物質によって違う。空気中から(厳密には真空から)他の物質へ光がはいるときには、光は必ず垂線  $ZZ'$  に近づくように屈折し(図 33 の上の場合)、またある物質から空気中へ出る場合は遠のくようになる(図 33 の下の場合)。

研究 このことは次のようにして実験できる。今図 34 のように、すきま  $A$  を持った箱を作り、その横側にガラス板をパテまたはぶろうのような物ではりつけ、水のもらないようにする。中に、水を入れ暗い所に置き、すきまから鏡を使うなどして日光を入れてやると、光の屈折がよくわかる。煙を入れるとさらによくわかる。逆に水から空気に出ることを見ようと思えば、図  $C$  のように鏡を水中に置けばよい。

そこで、もし切り口が三角形のガラス柱(プ

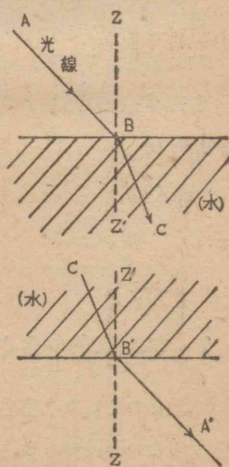


図 33 違った物質にはいるとき光は屈折する。

リズム)に光をあてる  
と図 35 のように折れ  
曲がる。<sup>\*</sup>

次に図 37 のような  
形の凸(凸)レンズか  
らそうとう遠いところ  
へ、なるべく小さな光  
源を置いて、それから  
出た光がレンズを通る  
ようにする。レンズを  
通った光を白紙でうけ

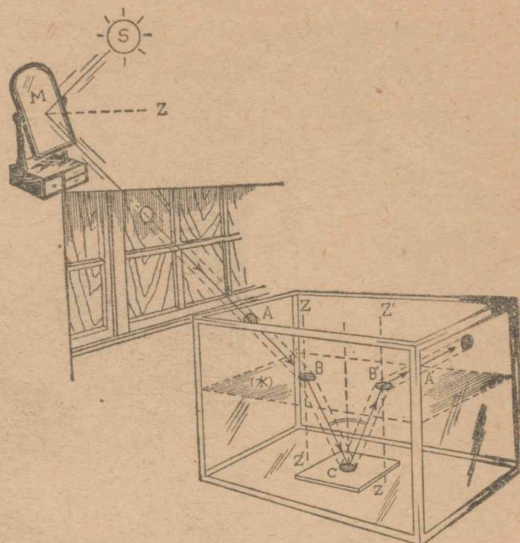


図 34 光の屈折と反射を実験する。

て、その白紙をレンズのあとか  
らだんだん遠ざけていくと、は  
じめ大きな円形であった白紙上  
の光ったところが、だんだん小  
さくなり、ついにあるところ  $B$   
で一点になってしまう。こゝに  
光源の像ができたのである。

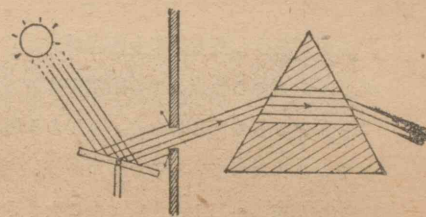


図 35

プリズムによって光の道が曲げられる。

このことは図 37 のように、レンズのこの切り口を、図 35 の横線をした、いろいろな部分のなっている角度のプリズムがたくさん集まっているものと考え、光の進む方向の屈折の様子がはっきりするであろう。

光源  $A$  をだんだん遠ざけると像  $B$  はだんだんレンズに近づくが、

<sup>\*</sup> この実験の時には頂角のなるべく小さなプリズムを使わないと、あとに述べるように光が色に分かれてスペクトルが現われる。



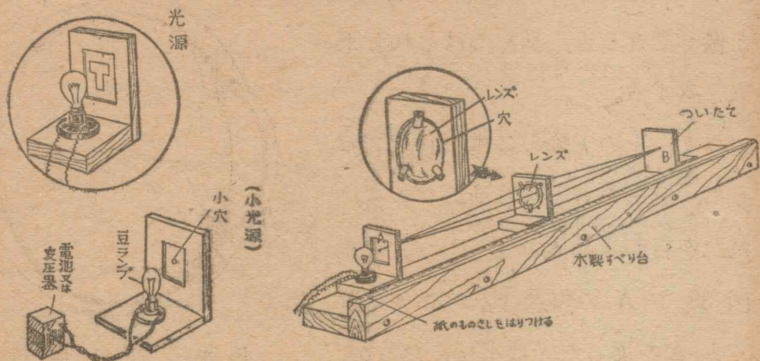


図 36 レンズの実験

ある点以内には近づかない。その点というのは日光をレンズにあてて紙を焼くときの紙の位置である。これをレンズの<sup>しょう</sup>焦点という。

レンズをうしろむけても焦点ができる。レンズから焦点までの距離をはかると、どちらも同じになる。もしある形をもった光源で実験すると、Bにできた像はさかさかになっていることがわかる。光源をだんだんレンズに近づけると、像Bはだんだん遠くへ移るが同時に像の大きさはだんだん大きくなる。そして、光源がレンズから焦点距離だけ離れた点(前側の焦点)より内側にはいれば、像はできなくなる。

研究 次に2枚のとつレンズを図のように合わせて実験すると、1枚のレンズのときよりは焦点距離が短くなり、前側焦点の前方に置かれた光源の像は白紙をあまり遠ざけなくても大きくできる。

私たちの目の水晶体はとつレンズで、網膜はその焦点にできた像を

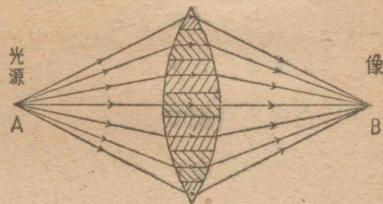


図 37 レンズはプリズムがたくさん集まったものと考えられる。

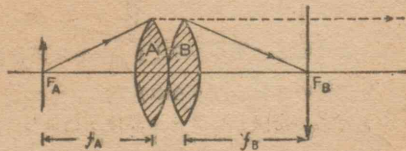


図 38 二つのとつレンズを組み合わせる。

受ける白紙にあたる。網膜に逆立した像ができると、私たちはそれを正立と感ずる。

さて、上の実験の2枚のレンズのうち、第一のものを普通のレンズ、第二を目の水晶体と考えよう。いま図 38 で A の焦点  $F_A$  に物体を置くと、Aを通った光は平行になるが、これをレンズ B が受けて、ちょうどその焦点  $F_B$  に拡大された像ができると考えられる。これが虫めがねの原理である。

いま焦点距離の長いとつレンズ(これを対物レンズという)によって遠くの物体の像を作り、その像の位置が、ちょうど第二の焦点距離の短いとつレンズ(接眼レンズ)の焦点の位置に、一致するようにすると、接眼レンズを通った光は平行にならなければならない。これを目で見ると、平行光線が目にはいるのだから、目の水晶体によってちょうど網膜の上に像ができる。

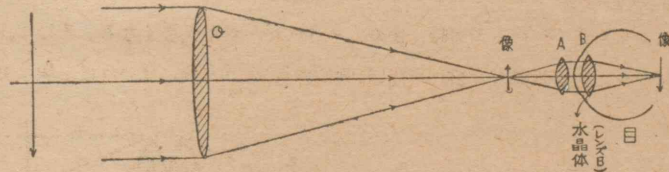


図 40 望遠鏡の原理

ところで接眼レンズと水晶体を組にして考えると、この組の焦点距離は接眼レンズの焦点距離よりは短いはずである。だから対物レンズによってできた像の位置は、この組み合わせたレンズの焦点の少し外にあるはずだから、網膜上の像は拡大したものになっているはずである。図からわかるように、網膜上に正立した像ができるから、私たちはこれを逆立と感ずる。

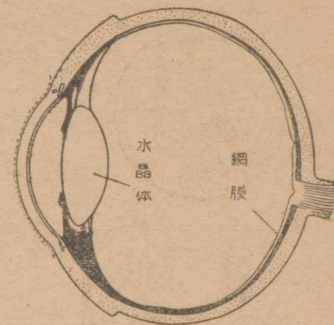


図 39 目の構造



これが天体望遠鏡の原理である。言いかえれば対物レンズでできた像を再び虫めがねで拡大して見るのが天体望遠鏡だとも言える。望遠鏡の倍率（遠くの物を見るとき）は対物レンズの焦点距離を接眼レンズの焦点距離で割ったものに等しい。

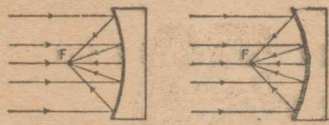


図 41 おう面鏡は鏡をたくさんはりつけたものと考えられる。

光を集めることはおう(凹)面鏡でもできる。これはおう面鏡が図 41 のように、小さな平面鏡でできていると考えればわかるであろう。望遠鏡の対物レンズの代わりにこのおう面鏡を使ったのを反射望遠鏡と言う。これに対して、対物レンズを使ったものを屈折望遠鏡と言う。反射望遠鏡では像が鏡の前で

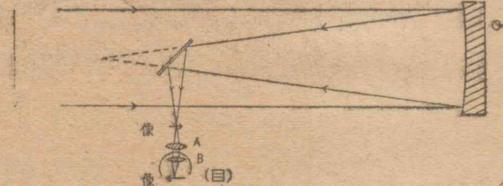


図 42 反射望遠鏡の原理

きるから、これを見るために図 42 のように平面鏡を使って横から見るようにする。焦点に集められる光の量は対物レンズが大きいほど多くなるから、かすかな天体を見てできるだけ深く宇宙をさぐるためには、対物レンズの直径をできるだけ大きくしたいものである。世界最大の対物レンズはその直径 1m であるが、対物レンズでは光がガラス中を通るから、ガラスの性質のよいものでなくてはならない。それで大きなよいレンズを作るのはたいへん困難である。しかしおう面鏡はガラスの表面をみがくだけでできるから、大きなものは反射望遠鏡の方が比較的作りやすい。現在世界最大の反射望遠鏡はアメリカのパロマ山にあって、鏡の直径 5m である。

レンズまたはおう面鏡によってできた像を紙で受けるかわりに、光に感ずるもので受け、その感じ方を残して置くのが写真機である。写真用のフィルムまたは乾板は光の強さに応じて黒みができるようになっている。写真はまた長く露出すると光の作用がたまって感ずるようになるから、直接目で見えないほど暗い星でも長く露出すれば写すこ

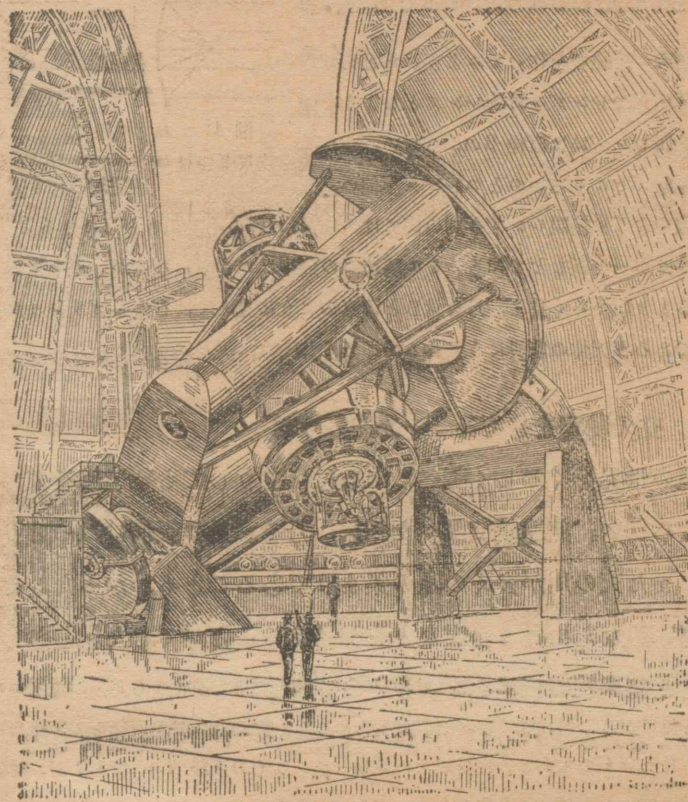


図 43 アメリカのパロマ山天文台の大反射望遠鏡

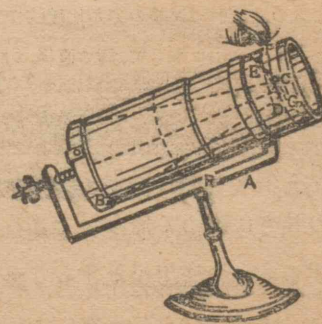


図 44 ニュートンが作った反射望遠鏡

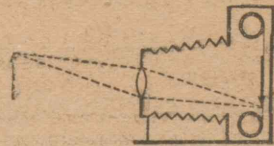


図 45 写真機(目と比べてみよ)とができる。そのため大望遠鏡にはたいてい写真装置がついており、パロマ山の世界最大の望遠鏡では、目



で見える星の500万分の1のかすかな光の星がうつる。

研究 望遠鏡を作ってみよう。たとえば、直径3cm、焦点距離50cmぐらいの薄いつレンズを対物レンズとしよう。

接眼レンズには直径2cmぐらい、焦点距離5cmぐらいのつレンズを使い、



図46 望遠鏡の作り方

図のように接眼レンズを別の筒にはめて、長い筒の中でぬきさしできるようにする。筒はボール紙などで作る。この望遠鏡の倍率はいくらになるか。星を見ると目でみるより明るく見え、月を見ると写真のように見えて、むかしガリレイが味わったであろう天体の驚異にうたれるであろう。

### 8 空の秘密をさぐる——光を分けて

星の世界をくわしく調べるためにはどうしても望遠鏡を使わなければならない。望遠鏡で調べた結果、月や惑星の表面ははっきりとわかり、また天の川が多くの星の集まりであることもわかった。そしてまた遠いかなたにある星雲などを発見することができた。しかしいくら大きな望遠鏡で恒星の写真をとってもそれでわかることは星の位置と明るさだけであって、星の本体についてはほとんど何も知ることはできない。

星はいったいどんなものか、星の温度や密度はどのくらいかなどというのを調べるためには、もっと他の器械が必要である。それは分光器である。

むかしニュートンは暗室の窓に小さな穴をあけて、そこから日光がさし

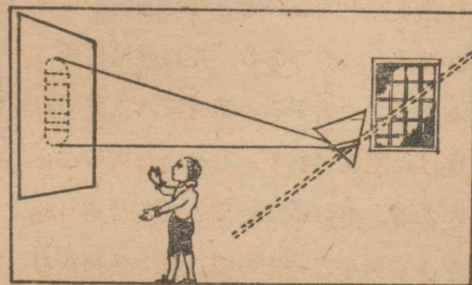


図47 ニュートンがスペクトルを発見した。

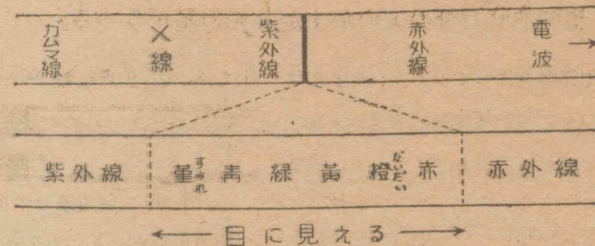


図48 私たちが目で見ることのできるのは光のうちのごく一部分である。

こむようにし、その光線をガラス製のプリズムにあてた。するとプリズムを通った光は美しい色に分かれることがわかった。このわけをニュートンは次のように考えた。太陽から来る光は種々の色からできている。ところがガラスを通る時の屈折の割合が色によって違うために、プリズムを通る道が少しずつ違うから、太陽の光が色に分かれるのである。この光の色に分かれた帯をスペクトルという。太陽の光を分光器に入れてスペクトルを作れば、ニュートンがはじめて見たと同じような連続した色の帯が現われる。すなわちすみれ色から赤色までの帯である。しかし太陽の光にはこのほか、赤色の外には赤外線があり、すみれ色の外には紫外線（<sup>きん</sup>紫外線）がある。私たちに赤からすみれ色までの間しか光として感ずることができないのである。赤外線は皮膚にあたゝかく感ずる。紫外線は皮膚の日焼けに関係があり、目をいためることがある。溶接の時に出る火花は紫外線を多く含んでいるので、濃い色めがねをかけて目を守らなければならない。

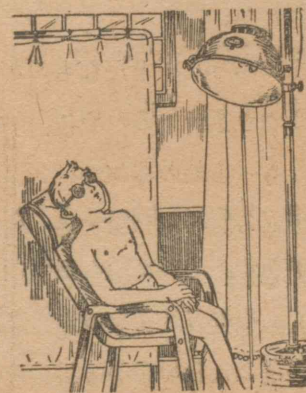


図49 太陽燈をあびる人



分光器で調べると電燈の光もやはり連続したスペクトルをしていることがわかる。ところが、その光の強さは太陽に比べて少し赤い方にたくさんの光が出ている。電熱器や炭火の光も同じく連続スペクトルであるが、それらは電燈の光に比べてさらに赤い方が強くなっている。すなわち温度の低いもの



図 50 溶接している人

の出す光は赤い方が青い方に比べて強い。太陽のように  $6,000^{\circ}$  ぐらいになると、目に見える部分がいちばん強くなる。私たち人間の目は太陽の光にちょうど都合がよいようにできているようである。さらに温度があがって  $10,000^{\circ}$  ぐらいになるともっとも明かるい部分は赤から紫色の方にうつって、私たちの目には青白く感ずる。

空の星にも色があるのは星の表面の温度が違うためである。ベテルギウスやアンタレスのような赤味を帯びた星は  $3,000^{\circ}$  ぐらいであり、カペラは  $5,000^{\circ}$  ぐらいで、うす黄色く、シリウスは  $10,000^{\circ}$  ぐらいで、青白く見える。だから星の色からおよその表面の温度を知ることができる。

太陽や星の光を調べると、たゞの連続スペクトルではなく多くの暗い線がある。それは星の表面近くの温度の低いガスが星の光をさえぎって、そのガス特有の光を吸収するからで、私たちはスペクトルに現われるこれらの線から星を作っているガスの種類を知ることができる。またこれらの線の研究から星の温度や圧力などもわかる。望遠鏡

で光を集め、その光を分光器でスペクトルに分けることによって、目にも見えないような遠くの星のありさまをはっきり知ることができるのである。

## IV

### 9 星雲のかなた

夜空にきらめく無数の星、私たちが星図と比べておぼえた明かるい星のほかに、何と星の多いことか。海べや、山や、暗いところでながめると星はもっとふえて、まるで銀の砂をまきちらしたようだ。望遠鏡で見ると星の数はさらにふえ、天をよこぎって白く流れる天の川は、実は無数の星のあつまりであることがわかった。星はどこまでもあるのだろうか。星の数はどれくらいあるのだろうか。そして星の世界はどんな構造をもっているのだろうか。

星の世界のありさまをさぐるためには、まず星の距離を知らなければならぬ。太陽系内の距離は、地球上の離れた点から三角測量をして求めることができた。けれども恒星の距離は非常に遠いから、地球上の点をもとにしては求められない。さいわい地球は1年で太陽のまわりを1公転する。だから、ちょうど汽車の窓からみると、遠くの山はあまり動かないで、近くの景色が動いて見えるように、動いている地球からみると割合に近い星は遠い星を背景にして1年でもとにもとるように動いて見えるはずである。つまり図 51 のように地球の軌道の直径をもとにして、大きな三角測量ができるのである。地球の軌



道の直径は、前に学んだように、 $2.99 \times 10^8$  km  
もあるが、恒星までの距離が遠いため、頂  
角Pは非常に小さな角になってしまう。

いま知られているいちばん近い星でも（こ  
の星は南の方にあるケンタウルス座のプロキ  
シマ星とって、南の方にあるので日本から  
は見えない）、角Pは約1.5秒である。1.5  
秒とは、私たちの両方の目の間の長さを5cm  
として、約7km遠くの点を両方の目で見たと  
きの角で、いかに小さいかが想像できる。

地球の軌道の大きさから計算すると、この星  
までの距離は  $4.1 \times 10^{13}$  km、すなわち 41 兆 km あることになる。

このような大きな数字は実に数えにくい。「東京駅から大阪駅まで  
 $5.54 \times 10^8$  mm ある」と言わないで、「554 km ある」と言った方が便  
利なように、星の距離をあらわすには km よりももっと便利な単位が  
ある。それは光が1年間に進む距離で、これを1光年と呼んでいる。

問1 光の速度は1秒間にほゞ  $3 \times 10^8$  km である。月から地球まで光が届くのに  
何秒かゝるか。太陽から地球までは何分かゝるか。まためい王星までは何時間かゝ  
るか。

問2 1光年、すなわち光が1年間に進む距離は  $9.46 \times 10^{12}$  km になることを  
計算してみよ。

光年ではかると、私たちにいちばん近い星までの距離は 4.2 光年で  
あり、またシリウスは 8.7 光年、プロキオンは 11 光年、アルタイル  
は 16 光年の距離にあつて、これらは私たちに最も近いなかまでである。

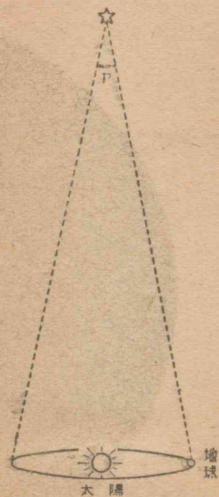


図 51 地球の公転に  
よって星の距離を測る。



図 52 オリオン座とガス状星雲

星が遠くなれば角 P がますます小さくなって、くわしく測るのがむ  
ずかしいから距離も確かでないが、だいたいベガは 27 光年、カペラ  
は 46 光年、アンタレスは 120 光年で、北極星は約 1,000 光年の距  
離といわれている。いま仰ぐ北極星の光は今から約 1,000 年前に星を  
出たのである。

こうして星の距離はだんだんわかってきたが、もっと遠い星ではも  
はやこの角 P が測れないくらい小さくなってしまふから、他のいろ  
いろの方法で距離を推定しなければならない。

こうして星の距離は少しずつわかってきて、星の分布すなわち星の  
世界の構造は次第に明らかになってきた。学者の推測したところによ  
ると、多くの星は集まって一つの集団を作っているという。その形は  
ちょうどレンズのようで、中央部がやゝ厚く星も密集している。もし



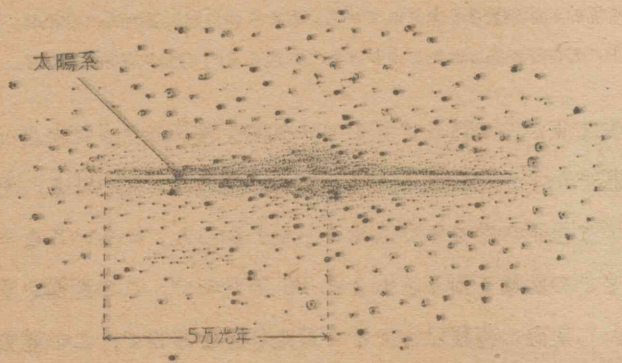


図 53 銀河系の断面はこのようになっているであろう。  
大きな点は球状星団を示す。

も集団をずっと離れて横側から見たら図 53 のように見えるであろう。私たちはこの中から見ているから、上と下の方向は割合に星が少なく、このレンズの側面の方向には星が密集し、天を帯のように取りまいて見えるはずである。これが天の川(銀河)なのである。私たちが見ている星は全部この集団にはいつている。それは一つの宇宙であって、銀河系あるいは銀河系宇宙と呼ばれている。

銀河系は半径約 5 万光年、厚さ約 1 万 5 千光年ぐらいもあり、そのなかには億で数えるほどたくさんの星が含まれているという。私たちはその中心からおよそ 3 万光年離れたところ、銀河系のかなり外の方にいる。かつて宇宙の中心だと思われた地球が実は太陽をめぐる惑星の一つにすぎないことがわかったのであるが、太陽も銀河系に含まれる無数の星のうちの一つにすぎず、しかも、あまり中心近くにはいないのである。しかもこの巨大な銀河系全体がおよそ 2 億年の周期で自転しているという。なんとすばらしい話ではないか。

望遠鏡で調べると、何千・何万の星が球のように集まった球状星団があるが、銀

河系にはこのような星団や、オリオン座の星雲のような光るガスの雲や、光を出さない暗黒の天体が数多く含まれている。私たちから見た銀河系の中心は、夏の夕方南の空に天の川があふれたようにきれいに見えるいて座の方向にあたる。

秋の夕方東からのぼるアンドロメダ座を図 8 のようにたどっていくと、肉眼でかすかにわかる天体がある。望遠鏡で調べると、それは巨大なうずまき形の集まりであることがわかった。いろいろな方法でこの星雲までの距離を測るとおよそ 70 万光年で、この距離と見かけの大きさから実際の直径はおよそ 4 万光年となるので、この星雲はわが銀河系と同じくらいの大きさであることがわかった。おそらく私たちの銀河系も、もしアンドロメダ星雲の中から見たなら、ちょうどこんなに見えることであろう。

銀河系とは全く別なこのような星雲、すなわち銀河系外星雲は、アンドロメダ星雲だけではない。大望遠鏡で空を深くさぐればさぐるほど、星雲の数は増している。宇宙はこれらの星雲が何億となく集まってできているのである。

これらの速くの星雲は私たちからすばらしい速さで遠ざかっている。たとえば 1 億光年かなたのある星雲は 1 秒間におよそ 2 万 km という想像もつかないような速さでかなたに飛び去っているとされている。

研究 太陽の大きさを半径 1 m、あるいは 10 cm などにきめたら、いちばん近い恒星までの距離はどれだけになるか。また銀河系の大きさはどれだけになるか。太陽の大きさをいろいろに変えて考えてみよう。

## 10 星はどんなものか

銀河系が何億と言う星の集まりであること、また銀河系と同じくらい大きい星雲が何億もこの宇宙に存在することを学んだ。星の数は無





図 54 銀 河



図 55 アンドロメダ星雲



オリオン座暗黒星雲



ヘルクレス球状星団

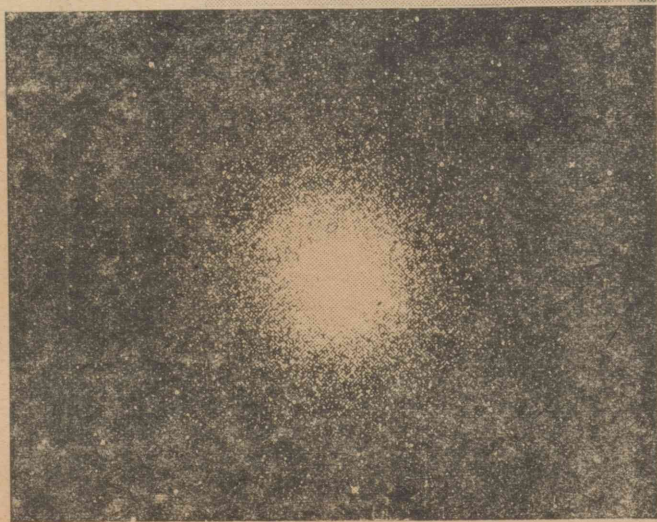


図 56

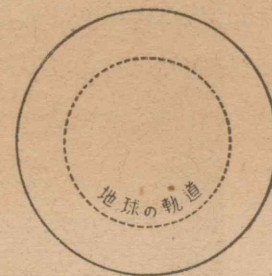
数と言ってよいくらいである。けれどもすべての星が同じものではない。ある星は明かるく、ある星は暗く、ある星は青白く、ある星は赤みをおびている。またある星はとほうもなく大きいのである。

私たちが空を見て明かるい星、暗い星というのは実は星のほんとうの明かるさではない。同じ星でも遠ければ暗く、近ければ明かるく見えるからである。だから星のほんとうの明かるさは距離がわからなければ比べることができない。前に学んだような方法で星までの距離を測り、見かけの明かるさからほんとうの明かるさを求めるのである。こうしてシリウスは太陽の約 40 倍明かるくカペラは約 120 倍明かるいことがわかった。星のなかには太陽の 10 万倍以上も明かるい星も、また太陽の一万分の一以下の明かるさしかない星も知られている。もっと暗い星もたくさんあるだろうがおそらく見えないのであろう。

恒星の質量はどんな違いがあるであろうか。普通の星では質量を測ることができない。質量を測ることのできるのは二重星と言って二つの星がお互に万有引力で引っ張りあいながら、お互のまわりをまわりあっている場合だけである。太陽の引力によって惑星が公転していることから太陽の質量がわかったのと同じ原理によるのである。

質量の大きな星は太陽の数十倍もある。また、太陽の十分の一しかない星もある。

恒星はどんな大きな望遠鏡で見てもその形は見えず、たゞ光った点にしか見えない。だから月や惑星のように距離がわかってもその大きさを求めるわけにはいかない。し



アンタレス

図 57 アンタレスの大きさ地球の軌道がすっかりはいつてしまう。



かいろいろの方法から星の半径が知られている。中には非常に大きな星がある。たとえばさそり座のアンタレスは太陽の330倍あるといわれている。これは太陽のまわりをまわる地球の軌道がその中にすっぽりとはいつてしま

うほどである。  
 このようなわけで、星の光度・質量・半径がことごとく精密に測られた星はごく少しで、空全体で40個ぐ

らいしかない。その貴重な資料をもとにして、こゝに星の質量と星のほんとうの明るさをグラフに書いてみた。するとこんな様子になって、質量の大きい星ほど明るいののである。温度や半径などをグラフに表わしても、何かお互に関係がある。すなわち星は全くでたためにできているのではなくて、質量や光度や半径の間に何かしら一定の法則があるように見える。これは星の構造や宇宙の進化の問題を調べるのに非常にたいせつなことがらである。

さて、それでは星はどんな構造を持っているのであろうか。野球のボールや果実の内部構造と違って星の内部構造を調べるのはむずかしい。こわして見ることはもちろん、外側を少しけずって見ることもできなければ、そばによって見ることもできない。観測して得られたありとあらゆる材料——質量・半径・光度・スペクトルなどから学理によって推理するのである。

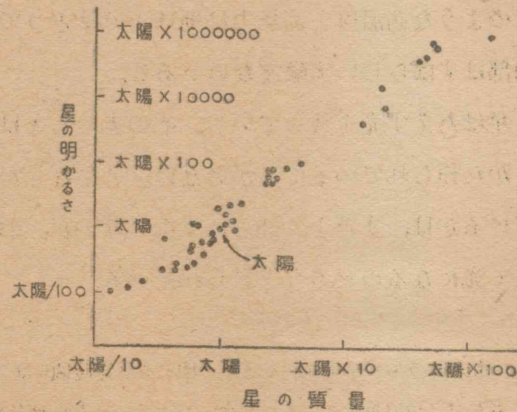


図 58 星の質量と星のほんとうの明るさの間には何かしら関係があるらしい。

星の表面近くでは、前に述べたようにだいたい温度は数千度ぐらゐで圧力も低い。表面から内部に向かっていくと温度は次第に高く圧力も大きくなり、中心では何千万度・何億気圧以上にまでなっている。このような高温と高圧力は地球上ではとうてい実現できない。星の内部はすばらしい実験室なのである。

星はたえず光を放っている。その光のものは星の内部であとからあとから作られているにちがいない。どんなしかけで光の源が補給されているかは、まだよく知られてはいないが、おそらく原子力が形を変えて光になるのだらうと言われている。

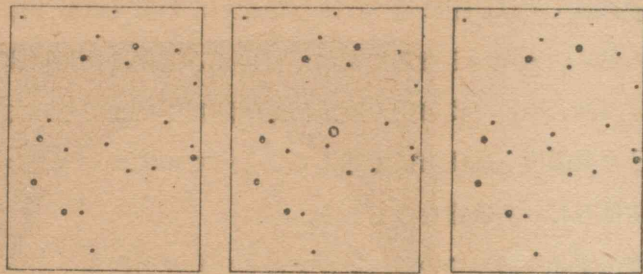
恒星のうちには変光星と言って明るさが時間によって変化するものがある。それには二つの星が互にまわり合っていて、一方が他方をかくすために明るさが変わって見えるものもあるが、二重星ではないのに明るさの変わる星がある。周期の短いものは数時間、長いものは1年以上のものもある。また光度の変化する程度も千万倍も変わるものから1割ぐらゐしか変わらないものもある。

互にまわりあっていて変光する星のうちではペルセウス座のアルゴルが代表的で、自分で変光する星で名高いのはくじら座のミラである。ミラとはラテン語でふしぎなものという意味で、すでに1600年ごろから知られていたという。周期は約11か月で2等から10等まで変化する。これらの星がどうして変光するかという

ことは、星自身が大きくなったり小さくなったりするものと考えられている。また空に突然新しい星が光り出すことがある。それは星が急に明るくなるため

で、何かの原因で爆発するのであろう。このような星を新星という。  
 変光星や新星は、星が目に見えて変わっているが、普通の恒星もまた絶えず光を出しながら次第に変わっていくのである。星や星雲はすばらしい速さで動いており、星自身はだんだんその様子を変えていく。こうして宇宙のありさまは日一日と移り変わっているのである。





1934年11月      1934年12月      1935年1月  
 図 59 1934年ヘルクレス座に現われた新星。急に明るくなり、やがて暗くなってしまった。

たゞ私たち人間の一生が宇宙の年齢に比べてあまりに短いから、これらの移り変わりに気がつかないのである。

研究 星の明るさを1等星、2等星などと呼んでいるが、3等星より2等星、2等星より1等星は順々に約2.5倍ずつ明るくなっている。変光星ミラの最も明るい時は最も暗いときのおよそ何倍明るいか。

## 11 太陽

この広大な宇宙のなかでは、太陽は数多い星のうちの一つにすぎない。しかし私たちは太陽なしに一日も生きていくことはできない。太陽は地球にすむすべてのものの生命のみなもとである。そしてまた太陽は、いちばんくわしく本体を調べることができるたいせつな恒星なのである。

太陽は半径  $6.96 \times 10^5$  km, 質量  $2 \times 10^{30}$  kg のガスのかたまりである。私たちが直接見ることのできるのは表面で、そこは温度が約  $6,000^\circ$ , 圧力はおよそ千分の一気圧であることが、スペクトルの研究からわかっている。その外側はもっと希薄で、平常は見ることにはできなくて、日食のとき太陽の本体がかくされたときはじめて見える。その

一つはコロナである。

スペクトルの研究から、コロナは非常に温度が高く、そして希薄な物質で、その大部分の光は太陽の光の反射で、一部分はコロナ自身が光っていることがわかってきた。

特別の装置で見ると、太陽の表面から紅えん(紅焰)と言ってほのおのように高くガスのふき出すのがわかる。またもっとはげしい爆発が起って、そのために地球にいろいろの影響を与えている。

太陽の表面には黒点が見える。それは時々新しく生まれてはまた消えていくものであるが、時には地球の数倍もある大黒点が現われ

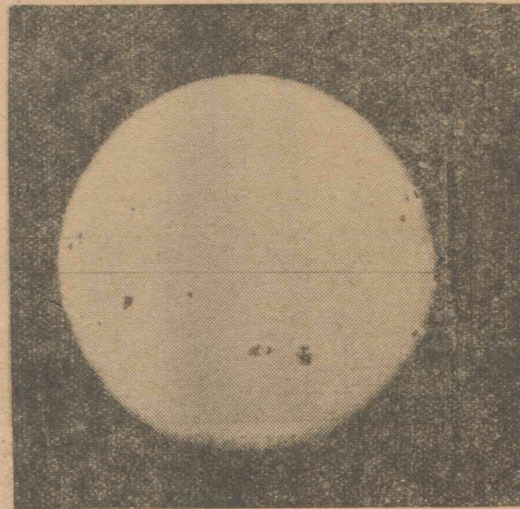


図 60 太陽 (東京天文台撮影)

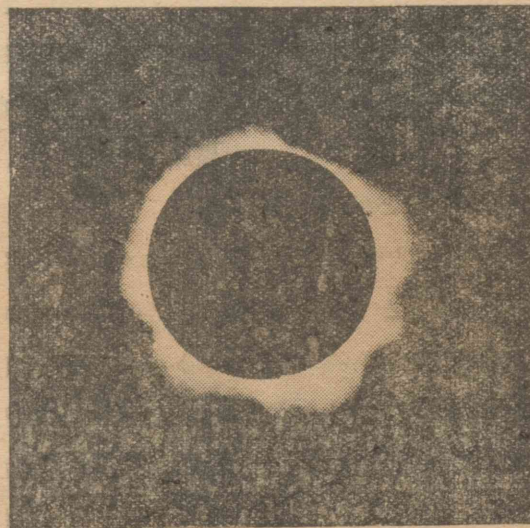


図 61 美しいコロナ  
 (1936年北海道にて東京天文台撮影)





図 62 太陽面から立ちのぼる紅えん。右下の白い円は地球の大きさをしめしたもの（ウィルソン山天文台撮影）

ることもある。黒点は非常に大きなうず巻きで、普通の表面の温度より  $1,500^{\circ}$  ばかり低いために黒く見えるのである。黒点や、紅えんや、コロナや、その他直接目では見えない太陽表面のいろいろの現象は、太陽の表面がおだやかなものではなく、たえずはげしく活動していることをしめしている。また黒点を目印にして、太陽が約 27 日で自転していることがわかった。

内側にはいれば温度も圧力ものぼり、中心部ではおそらく  $2 \times 10^7$  度という高温と  $10^{11}$  気圧の高圧力になっていて、原子がはげしい勢いでお互に飛びかい、原子力エネルギーを発生していると考えられている。そのエネルギーが次第に形をかえて、私たちが見るような光の形になって太陽から外に出ている。その光と熱のおよそ 20 億分の 1 が地球を照らしあたゝめて、私たち生き物に適当した状態を作り出しているのである。



図 63 水力電気や石炭も太陽のエネルギーの変形である。

人間の生活についても、農作物は芽を出してみのるまで太陽の熱と光のおかげを受けている。雨が降ったり、蒸発したりするのも太陽の熱のためであり、こうして私たちの生活の力になっている水を供給し、水力電気を起す。

汽車や汽船やいろいろの物を作り出す工場を動かすものになる石炭や石油は大昔に太陽の熱を受けて育った生物からできたもので、それが受けた太陽の熱が形をかえて化石となったようなもので、たとえて言えば自然が作った太陽の熱のかんづめのようなものである。

小さなレンズでも、太陽の光を集めると紙ももえ出すし、タバコに火をつけるマッチの代用にもなる。私たちは将来太陽の熱を自然の仕組みから受けるばかりでなく、もっとくふうして生活に利用すべきである。

宇宙のなかには太陽系のようなものがほかにもあるだろうか。またそのなかには地球のようなものもあって、何か生き物が住んでいるだろうか。私たちの空想はそれからそれへとつづく。

研究 太陽のエネルギーはどのように利用されているか。



## 12 四季の移りかわり

冬が去って春が近づくと、雪がとけて、草木が芽を出し、かえるは土の中から出て来て、山がかすんで、日が長くなる。

見たところいろいろ違った自然界のこれらのことがらも、気候が次第に暖かくなるという原因で起ったように考えられるが、よく考えて見ると、いちばんあとの「日が長くなる」ということは「気候が暖かくなる」のが原因とは思われない。むしろ「日が長くなる」ことが原因で気候が暖かくなり、そのために春らしいいろいろのことがらが起って来るのだらう。

自然の中で起る複雑なことがらのなかで、一つの原因から多くのことがらが起ることが多い。このようにいちばんもとの原因をとらえて、この原因から起るすべてのことがらと、まぎらわしいがこの原因では起らないことがらを、はっきり区別するのが私たちのたいせつな勉強である。また

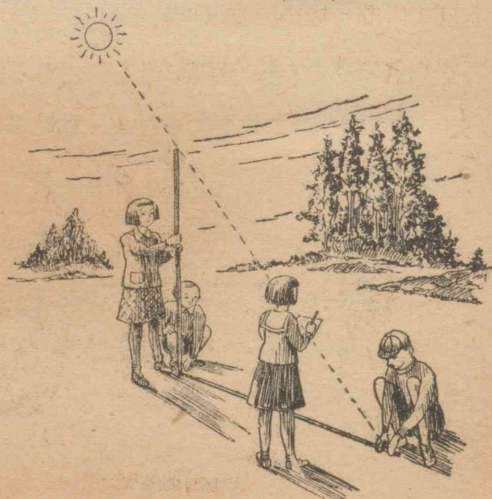


図 64 棒を立てて影の長さを測ってみよう。

いろいろの原因が集まって一つのことを起す場合、そのうちいちばんもとなる原因をはっきり見きわめなければならない。

研究 1 広場に棒を立てて正午の棒の影の長さを一年を通じて測って見ること。

研究 2 日の出または日の入りの方角を一年を通じて測って見ること。

冬から春になるとだんだん日が長くなる。また太陽の昼ごろの高さは次第に高くなり、夏には頭の上から少し南の所まで来る。夏から秋になると日は短くなりまた太陽の高さも低くなっていく。気をつけて調べてみたら日の出日の入りの時の太陽の方角も、春と秋は真東と真西になる時があり、夏は北により冬は南によっていることがわかった。

私たちは、地球が太陽のまわりを1年で1公転することを知っている。しかも、図でわかるように、地球は自転の軸を傾けたまゝ、太陽のまわりをまわっているのである。冬の間は地球の北半球は太陽から顔をそむけたかっこうであるから、太陽から受ける熱が少なく、また昼間の時間も短い。夏はこれと反対で受ける熱が多い。地球の軌道がだえんで地球と太陽の距離がいつも同じではなく、地球が太陽という

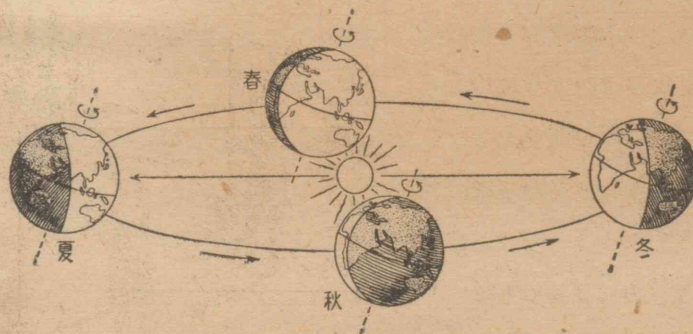


図 65 地球は軸を傾けながら太陽のまわりをまわっている。春夏秋冬はそのために起る。



ストーブにいちばん近づくのは実は冬の間である。しかし北半球で考えると、地球全体が太陽に近づいたためより

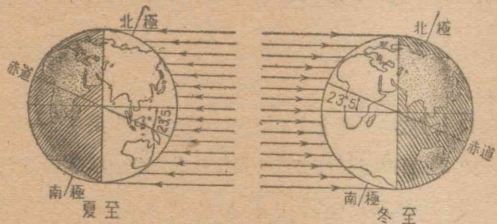


図 66 夏と冬での太陽の光の受け方の違い。

も、軸の傾きによって太陽の光をなまめにうけることの方が、気候の暑さ寒さに及ぼす影響が大きいのである。

図 67 は、東京での正午の時の太陽の高さと、平均気温とを調べてグラフに示してある。太陽がいちばん頭上近くにくるのは6月ごろであるが、気候のいちばん暑いころは8月で、およそ2か月もおくれている。このように太陽から真正面に受けた光が、地球のその場所をいちばん暑くなるまであたゝめるのに2か月もかゝるのは、ちょうど電気アイロンに電流が通しても、熱くなるまでにしばらく時間がかゝると同じである。また一度

あたゝめた電気アイロンの電流を切ってもすぐには冷たくならないように、北半球が太陽から顔をそむける12月から2か月たった2月ごろに、冬のいちばん寒い季節が訪れるのである。

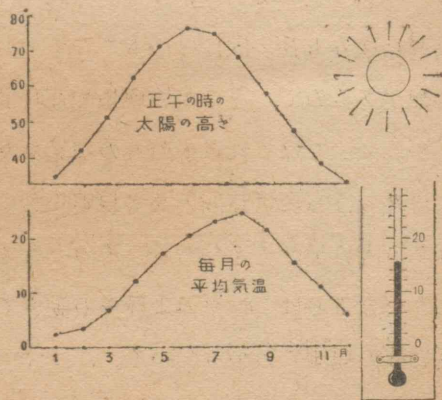


図 67 太陽の高さと平均気温(東京)温度の方が少しおくれしている。

研究 1年を通じて気温を測り、54 ページの(研究 1)で調べた

棒の影の長さとしたグラフを作ってみよう。

### 13 星と時計

私たちの毎日の生活に時計がどれほどたいせつな役目をしているか、考えてみればよくわかるであろう。

お互に時計がよく合っていること、いつも遅れ進みのないことが望ましい。そのためにはみな時計を理想的な一つのよい時計にいつもよく合わせておけばよい。さいわいラジオの時報が真夜中を除いては1時間ごとに時刻を教えてくれるから、これに合わせておけば私たちの実生活には不都合なことはまず起らないであろう。

それではラジオの時報に使う時計は理想的な正しい時計であろうか。放送局では天文台の標準時計からのあいずに合わせてまちがいのないように努めている。天文台の標準時計は人間の作った最上級の時計で、遅れ進みなく正しく動くようにくふうされている。けれども標準時計のわずかな遅れ進みも長い間にはつもりつもって大きくなる心配があるので、どこかの理想的な時計に合わせていたが、人工ではこれ以上のものは見あたらない。

自然のうちには時間と共に規則正しく動くように見えるものがたくさんある。そのうちでいちばんたよりになるのは、恒星の1昼夜の動きであることが長い間の観測でわかっている。

太陽や月や星が1昼夜で大空を一まわりするように見えるのは地球が自転するためである。恒星の1

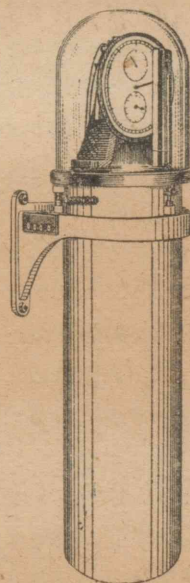
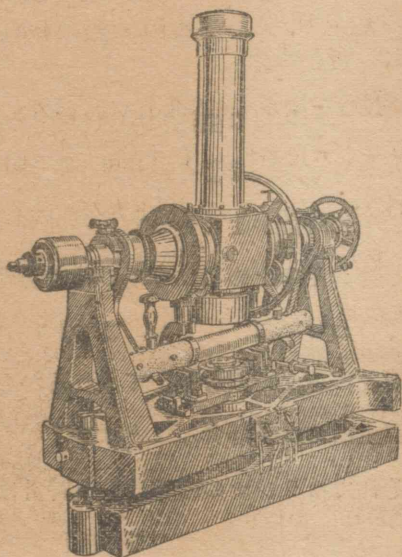


図 68 天文時計



昼夜の動きが規則正しいということは地球の自転が規則正しいということである。それで標準時計を正しく合わせるいちばんのものは地球の自転に比べればよい。恒星は太陽や月や惑星のように勝手な動きをしないから、天文台では子午儀という特別の望遠鏡で毎晩星の動きを測り、標準時計が正しいかどうか検査している。



次の図で A は普通の時計で、  
今 B 図のようにまわっている地

球の上に C という望遠鏡(子午儀)をたてておくと、C は地球と共にまわっているのていろいろの星が順々に望遠鏡の中を通り過ぎていく。C の望遠鏡を A の時計の針だと考えると時計の文字の一つずつは星の一つずつに相当すると考えられる。

長い間の研究によって恒星のお互の位置はくわしくわかっていて、ある星がその望遠鏡のまん中を通ったら、その時が何時何分何秒であることが決められるのである。それは時計の針が3時0分という文字を指したら、その時が3時0分であると同様であるが、人間の作った時計と違って地球の自転は昔も今も理想的に正しく、将来もま

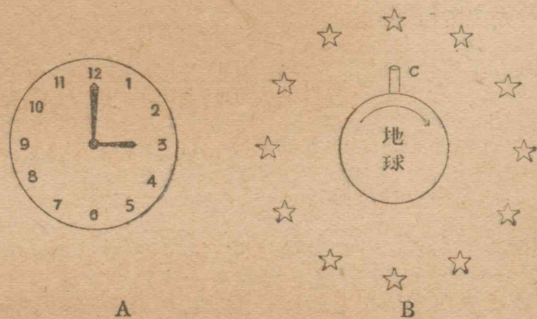


図 70 時計と星の時計

ず正しいであろう。時の基本として地球の自転よりもさらに理想的なものはないであろうか。人工で地球よりも正しい時計が作れないものであろうか。

長さを測るものさしにいろいろあるが、私たちが実生活に使うのに、メートル尺で目盛は 1mm まで切つてあるものが使いよい。時間の刻みは正しいうえに刻み方を使いよいようにする必要がある。

私たちの生活は直接間接に太陽に結ばれているから、太陽の動きに合わせて時計を刻めばよいであろう。しかし夏は日が長く冬は日が短く、日の出から日の入りまでの長さが季節や場所で違うから、時間の刻み方を太陽の見かけの動きの通りにしたのでは、1年を通じて都合がわるい。このために1年中の太陽の動きを平均して、時間の刻み方をこれに合わせたのが平均太陽時である。

これで時間の刻み方はよいが、いつが何時何分かという時刻は互にどうして決めたらよいであろうか。日本の昼間はアメリカでは夜であるように、場所によって時間の刻み方は同じとしても、時刻は同じというわけにはいかない。根室で日が出てから1時間たたないと長崎では日の出にならない。だからおのおのの場所でその日の時刻の始まりを自然の事から決めたのでは、たとえ時間の刻み方を同じ平均太陽時としても、おのおのの時計は少しずつ違った時刻を指し、あらゆる事から非常に不便である。

このような不便をさけるため、1年中平均太陽時で時間を刻み、そのうえ日本国中どこでも同じ時に同じ時刻を指す時計を使うように決め、これを中央標準時という。ラジオで毎時日本中へ放送するのは中央標準時である。その基準は明石を通る東経135度である。日本よりもずっと東西の広がり広い国では区域を定め1時間ずつ違った標準時を使っている。



夏の間は冬に比べてずっと早く日が出る。それでお互の時計を約束して進ませて日光を利用しようと、ヨーロッパやアメリカでは夏時刻が用いられていたが、わが国でも昭和 23 年から行われている。

#### 14 地球を測る

むかし札幌の町を作るとき、家のあまりたてこまない前に町すじを東西南北にきちんと決めて作っておいたので、今では札幌のどの家もさがすのでも、南北は何条目、東西は何丁目といえはすぐわかるようになっている。日本じゅうばかりでなく世界じゅうのどの場所でも東西南北にきちんとした道しるべのすじが通っていたら、何がどこにあるかということがはっきりするであろう。

地図の中には経緯度線が縦横に引いてあって、図の上のどの場所でも、この経緯度線からの距離を測れば、経度緯度が何度何分と決定される。またどことどこ間の距離といえはすぐわかるようになっている。

しかし私たちが野原や山を歩いても経緯度線はどこにも見あたらない。そのかわりに三角点という標石が地面に埋めてある。私たちが登山した時、山



図 71 札幌の町と日本の地図

頂で見かける小さな石柱がそれである。この三角点は経度緯度のよく決まっている点で、これが地図をつくるときのいちばん大もとになっているのである。

私たちが船に乗って海上遠くへ出た場合、自分のいる位置はどうしたらわかるだろうか。海の上には三角点も何もない。昼間は太陽、夜は月と星が見えるだけである。

北極星は私たちが北へ行けば行くほどその高さが増して見えるから、その高さを測れば自分のいる緯度がわかる。また正しい時計をもっていれば、何月何日の何時何分何秒に太陽や月や星がどの位置に見えるかを観測して、天体の暦から自分の場所の経度を知ることができる。正しい時に合わせるには、ラジオや無線電で時報をうければよいのであるが、この時報は、前に学んだように、星の観測で正しく合わせた時計から発信しているのである。

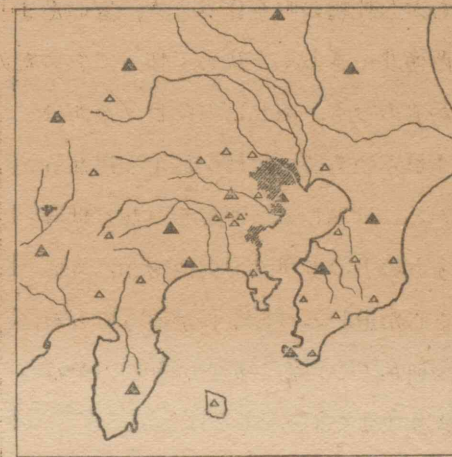


図 72 関東地方の三角点  
(大きいのは一等三角点)

陸地の三角点は三角測量で位置をはっきりと測定された地点であるが、そのおもなものは天体の観測によっても決められている。私たちが持っているくわしい地図のかけには、人の登らないけわしい山や、人里はなれたさびしい土地で、暑さ寒さをものともせず熱心に測量し観測した多くの人々の苦心がかくされていることを忘れてはならない。



このようにして地球上のくわしい位置を決めることができるのであるが、その測るときの経度はイギリスのグリニッチ天文台を通る一つの経度をもとにして、東へ何度、西へ何度とかぞえる。また緯度は地球の赤道をもとにして北へ何度、南へ何度と測る。北何条、東何丁目と言うように、東経何度、北緯何度で一つの場所がはっきり決められるのである。

研究 地図によって、みんなのいる土地の経度・緯度を求めてみよう。

たとえば円周の一部分の長さが 1cm で、その中心の角が  $15^\circ$  ということがわかれば円の全周の長さや円の半径が決まるように、地球上の二つの点の間の距離と、その二点の中心での角がわかれば地球の大きさが決まる。経度・緯度の違いからこの中心の角がわかるから、三角点のお互の間の位置を測って行って、地球の大きさを求めることができる。その結果、地球の半径は南北方向では 6,357 km、赤道方向では 6,378 km で、すこし南北の方が短い、地球全体の大きさから見ればその違いはごくわずかである。

地球の南北方向の全周は 40,009 km である。何と 4 万 km に近いことであろう。みなさんはきつとふしぎに思うに違いない。実はメートル法をきめたとき、地球の南北全周の 4 千万分の 1 を 1m にしようと約束して、1m の長さの原器を作ったのであった。その後くわしく測ると、前の測定とちがってきたが、1m の長さ

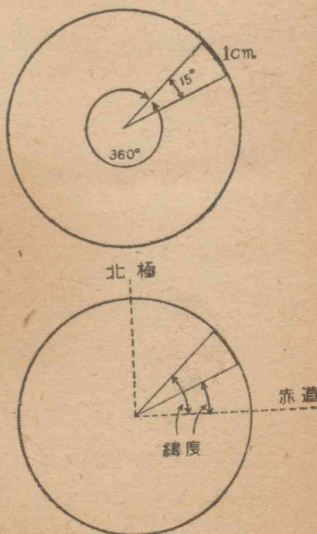


図 73 地球の大きさを測る。

を変えないことにしたため、地球の全周はすこし端数はあるが非常に 4 万 km に近いのである。

研究 世界最高の山はヒマラヤ山脈のエベレスト山で、高さは 8,882 m、また海の最も深いところはミンダナオ島沖にあって、10,793 m である。地球の半径を 1m で表わすとすれば、これらの山の高さや海の深さはどれくらいになるか。

## 15 暦の知識

私たちは明日の朝太陽が東からのぼってくることはよく知っているが、何時何分に出るのか、暦を見なければはっきりは言えない。またことしの何月何日は月はいつ出るか、月のかけぐあいはどのくらいかなど、天体のずっとさきのことがらも、暦にしるしてある。このように、これからさきに起る天体のいろいろの現象や、天体に関係して起る季節のことがらを、はっきりしるしたのが暦である。これからさきのことを、はっきり言うためには、今までのたくさんの観測によって物事の起るすじみちがはっきりわかっているなければならない。起る原因が複雑ですじみちのはっきりしていない事は、はっきりいつどこで起るとは言えないであろう。暦にはことしの何月何日が晴か雨か、地震がいつどこで起るかなどは書いてない。

暦のなかった大むかしの人々は、種まきやかり入れをいつしたらいちばんよいかということ、長い間の経験で、夕方どの星座が東からのぼってくるころがよいなどと決めて言い伝えていた。農業にかぎらずすべての仕事の先の見通しをつけるためには、季節の変化を前もって知っておく必要がある。季節は何と言っても太陽に支配されるから、太陽の動きをもとにして作った暦がいちばん便利で、それがいま世界じゅうで使っている太陽暦である。



太陽の次に私たちに関係の深いのは月である。1年よりもっと短いぐりを必要とする時は、月が新月から満月となりまた新月になっていくまでの期間が適当であった。しかし月の変わりだけに合わせていくと季節の変わりとは合わなくなっていくので、所々に例外を作る必要がある。月の満ちかけだけをもとにして作ったのを太陰暦、月をもとにしてしかも太陽ともなるべく合わせようとするのを太陰太陽暦という。

昔はこの太陰太陽暦が一般に使われていたが、季節に合わなくて非常に不便だから今ではほとんど使われない。わが国で旧暦といわれているのはこれである。

太陽暦は太陽の動き、すなわち地球が太陽のまわりをまわる公転周期1年をもとにしている。地球の公転周期と自転周期との間には何の関連もないので、1年は平均太陽日で測ると、365.2422...日になる。この0.2422日という端数があるために、1年を365日とすると4年で約1日のずれができてくる。それで4年に1回うるう年(閏年)を置いてその年を366日とすることにした。しかしこれでもなお長年の間にはくるいがあるので、今では次のような約束をしている。

「西暦紀元年数が4で割り切れる年をうるう年とするが、100で割り切れる場合は400で割り切れる年だけをうるう年とし、割り切れない年を平年とする」。

こうすれば長い間たっても日のずれがあまりおこらないようになる。これはローマ法王グレゴリオ13世が1582年に定めたもので、これをグレゴリオ暦と言う。

研究1 1900年は年数が4で割りきれぬがうるう年でないわけを説明せよ。

研究2 4年に1回のうるう年をおくやり方(これをユリウス暦という)では400年は何日になるか。本当の400年は何日か。(400年の間におよそ3日のくるいができる。グレゴリオ暦の約束はこの3日のくるいをなくそうとするものである。)

## む す び

星座の美しさを味わいながら、私たちは星空の回転と惑星の動きを調べた。そして天体の複雑な運動は天が動くのではなく地球が動くためだということ、またそれがどのような道すじでわかって来たかを学んだ。しかし惑星の運動についてケプラーが見つけた法則は、実にニュートンによって万有引力の法則として、もっとはっきり説明しつくされたのである。自然の中にかくされたこのような秩序を、私たちは星の動きを通じて知ることができた。

望遠鏡の発明によって空の秘密は一步一步深くさぐられていった。億を以て数えるたくさんの星は集まって巨大なレンズのような形の銀河系をつくっていて、しかも宇宙にはこの銀河系ほどの大きさの星雲が何億もあるのだという。私たちはまた光を分けて星の本体を調べることが学んだ。見ることもできない星の中心までも推しはかり、そこで原子力エネルギーが作り出されていることも近ごろわかってきた。

星はまた私たちに時を測ることを教え、自分のいる場所を知る方法を教えてくれた。私たちは乱れることのない天体の運行を調べて暦を作り、これから先の現象を予報し、行うべき事からの予定をたてることができるのである。

もしも地球がいつも雲におおわれていて、太陽も月も星も見えない



としたらどうであろうか。私たちは壮大な宇宙のありさまも、私たちが地球という小舟に乗って宇宙の大海原のなかを航海していることも、また自然のなかにひそむはっきりした法則をも知ることはできないであろう。私たちは星を学ぶことによって、この小さな人間があの広大な宇宙のはてまでもさぐりうることを知り、人類の精神の力強さを感じる。また私たちは自然を支配している法則のあることを知ることができから、非常に複雑に見える地上のいろいろの現象に会っても、気を落さずにその原因をつきとめようと研究できるのである。

もし星が一生に一度しか見られないのであったら、どれほど多くの人々が星空の美しさに打たれることであろうか。私たちは毎日見られるため、かえって太陽や月や星をつくづくながめないのでなかろうか。顔をあげて空を仰ごうではないか。



## 年 表

年	天文関係事項	一般事項
紀元前 580ごろ	ピタゴラス〔ギリシア〕 (~497 ごろ)	
384	アリストテレス〔ギリシア〕 (~332 ごろ)	
46	ユリウス暦創始。ケーザル 〔ローマ〕(-100~44)	
紀元 87	トレミー〔ギリシア〕(~168)	
552		仏教伝来
646		大化改新
1473	コペルニクス〔ポーランド〕 (~1543)	
1492		コロンブス〔イスパニア〕 (1485~1506) 新大陸発見
1517		ルーテル〔ドイツ〕1483~ 1546) 宗教改革の提唱
1522		マゼラン〔ポルトガル〕(1480 ごろ~1522) 世界周航完成
1530	地動説コペルニクス	
1543		ポルトガル人種子島に来る
1546	チホ=ブラー=〔デンマーク〕 (~1601)	
1564	ガリレイ〔イタリア〕 (~1642)	
1571	ケプラー〔ドイツ〕(~1630)	
1582	グレゴリオ暦制定	
1608	このころ望遠鏡発明 〔オランダ〕	
1609	ケプラー法則 第1. 第2.	
1610	ガリレイ木星衛星, 太陽黒点 を発見観測す。	
1639		鎖国令
1642	ニュートン〔イギリス〕 (~1727)	
1659	土星環の発見ホイヘンス 〔オランダ〕(1629~1695)	
1667	パリ天文台設立	
1676	グリニッチ天文台設立	
1682	ハレーすい星の周期性 ハレ ー〔イギリス〕1656~1742)	







太陽中心説	16, 16	ニュートン	24	変光星	48
太陽暦	62	ニュートンの引力法則	24		
たなばた(七夕)	6			ほ	
		は		ほうき星(彗星)	17
ち		白鳥座	6	北斗七星	3, 5, 9
地動説	15	ハーシェル	17	北極星	5, 9, 40
中央標準時	58	ハレーすい星	18	ポルックス	8
		パロマ山天文台	34		
つ		反射望遠鏡	33	み	
月	12			みなみのうお(南魚)座	3
月と地球の距離	19	ひ		ミラ	19
つりがね星	6	標準時間	56		
		ふ		め	
て		フォーマルホウト	8	めい王星(冥王星)	17, 24
デネブ	6	ふたご(双子)座	8	も	
天王星	17, 18	ブリズム	29	木星	12, 18
天体望遠鏡	33	プロキオン	8	り	
天文時計	56	プロキシマ星	39	リゲル	8
と				れ	
土星	12, 18	平均太陽時	58	レグルス	9
		平均太陽日	63	レンズの焦点	31
な		ベガ	6	わ	
南斗	6	ベテルギウス	6, 37	惑星	11, 12, 17
		へびつかい座	1		
に		ヘルクレス球状星団	45		
二重星	46	ペルセウス座	48		
日食	26				

私たちの科学 13  
星は日常生活にどんな関係があるか  
中学校第3学年用

昭和 25 年 3 月 1 日 初版印刷  
昭和 25 年 3 月 5 日 初版発行  
昭和 25 年 12 月 10 日 再版印刷  
昭和 25 年 12 月 15 日 再版発行

定価 10 円 50 銭

著者 三省堂編修所  
代表者 亀井寅雄  
発行者 三省堂出版株式会社  
代表者 亀井寅雄  
印刷者 三省堂神田工場  
代表者 今井直一

Approved by  
MINISTRY  
OF EDUCATION  
(Date Oct. 10, 1950)

発行所

東京都千代田区神田神保町1の1  
三省堂出版株式会社

(<sup>15</sup>/<sub>三省</sub> 中理 906)

(略称 中理科 星)



広島大学図書

0130449838

